RELAZIONE

DELLE

OSSERVAZIONI FATTE IN SPAGNA

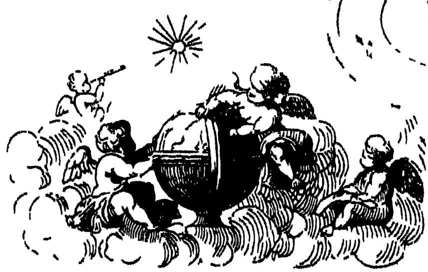
DURANTE L'ECCLISSE TOTALE

DEL 18 LUGLIO 1860

DAL

P. ANGELO SECCHI D. C. D. G.

DIRETTORE DELL'OSS. DEL COLL. ROMANO



ROMA

TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI

1860

Se per tutti gli astronomi l'ecclisse del 18 luglio 1860 offriva una attrattiva importante, per me lo era in modo speciale, perchè da non pochi anni seguiva come soggetto principale de' miei studi la struttura fisica del Sole, ed andava già divisando diversi preparativi e varie indagini da farsi in que' preziosi momenti Però assai ristretto sarebbe stato il campo di mie ricerche, se ai tenui mezzi di cui io poteva disporre, non si fosse aggiunta la liberalità del Santo Padre che del suo privato peculio volle contribuire, perchè la spedizione riuscisse decorosa e fruttifera di utili risultati, molto superiori a quelli che si sarebbero potuti avere da un privato viaggiatore (1)

Devo anche alla liberalità e alla generosità degli astronomi spagnuoli facilitazioni ed aiuti di ogni specie, coi quali hanno contribuito all'esecuzione de' miei progetti, onde posso dire senza vanità, che mercè loro quanto si è fatto al *Desierto de las Palmas* non sarà inferiore all'eseguito altrove dai più illustri astronomi contemporanei (2)

Accennai già nell'altra mia lettura i diversi problemi la cui soluzione aspettava la scienza da queste osservazioni, alcuni de' quali riguardavano la teorica de' moti celesti, ed altri la costituzione fisica del Sole Ma la vastità del soggetto in faccia alla brevità del tempo permesso a studiarlo, impone la stretta necessità di dividere, come dicesi, il lavoro, e lasciata ai miei amici e colleghi gli astronomi spagnuoli la parte relativa alla determinazione del tempo, per la quale essi erano a dovizia forniti di squisiti strumenti, e limitandomi solo a coadiuvarli in ciò in quanto comodamente avrei potuto, mi attenni allo studio de' fenomeni fisici, e in tale vista venni facendo tutti i necessarii preparativi (3).

Le quistioni principali da decidersi colle presenti osservazioni erano le seguenti ·

1 ° Le prominenze rosse che appaiono attorno alla Luna sono esse realtà fisica, ovvero semplice illusione ottica, originata da alcuna delle tante cause che produr sogliono frange colorate e riflessioni attorno agli orli de'corpi, conosciute sotto il titolo di diffrazione, interferenza, miraggio e simili?

2 ° Posto che appartengano al Sole sono esse montagne, nubi o emanazioni, e di che specie?

3 ° La corona che cinge la Luna è pur essa illusione dovuta alle su accennate cause, ovvero è l'atmosfera solare?

4 ° I lunghi raggi e discontinui osservati prolungarsi notabilmente oltre la corona, sono essi effetto dovuto all'atmosfera terrestre ovvero una realtà di emanazioni solari?

5 ° Finalmente, entra per nulla in queste apparenze alcuna cosa che possa attribuirsi all' atmosfera lunare o alla struttura fisica della superficie del nostro satellite?

Queste erano le questioni che mi era proposto di studiare io stesso, in modo principale, senza trascurare le cose accessorie de' cambiamenti meteorologici della nostra

atmosfera e le variazioni del magnetismo del nostro globo, per le quali confidava nell'aiuto de' collaboratori.

In conformità di questo progetto, due erano le classi, degli strumenti da usarsi, cioè gli ottici e i fotografici I primi hanno naturalmente la preminenza, come quelli che forniscono i dati più sicuri e più completi, ma che sventuratamente per la fugacità de' fenomeni sono lungi dal poter esser impiegati fuori di ogni pericolo, e che inoltre non lasciando traccia di sè non permettono di ritornar sul fenomeno che per mezzo delle reminiscenze sempre mal sicure I fotografici, benchè di lor natura incompleti perchè incapaci di fissare i colori, di difficile maneggio in momenti sì critici, e soggetti a molti equivoci, ove non siano assistiti dall'occhio e dall'intelletto, hanno però il grande vantaggio di fissar permanentemente i fenomeni, su cui poter ritornare a mente fredda, e così l'uno dei due sistemi compensando l'altro, fu risoluto di impiegarli amendue per assicurare un completo successo.

Per la parte ottica i miei colleghi erano forniti di ottimi e bene scelti strumenti, io per me destinai a questo uso un eccellente refrattore di Fraunhofer di 75 millimetri di apertura, che in questa occasione fu fornito di varii interessanti accessorii

Il primo fu un sistema di 3 oculari di Merz cogli ingrandimenti di 60, 90 e 130 volte montati su di una stessa piastra scorrevole fra due guide, che permetteva di cambiar il campo e la forza in un istante senza perder tempo a invitare e svitare Il campo del 1° oculare lasciava vedere il Sole colla sua corona tutto intero, il 2° il Sole solo colle prominenze, il 3° era destinato a ricerche speciali se fossero occorse

Il secondo fu un offuscante a tinta neutrale graduata, e variabile in forza da 1 a 2. 75 che servir dovea a riparar l'occhio e insieme da fotometro (1).

Il 3 ° Un micrometro di posizione col quale senza perder tempo a leggere i gradi notavasi su di un cartoncino colla semplice pressione di una molla la posizione di una protuberanza qualunque vista sul disco solare in vicinanza a una graduazione circolare metallica, da leggersi poscia a tutto comodo

Il 4 ° Un reticolo speciale fatto di fili di ragno e di fili di platino questi (che furono i soli utili) erano 4 in numero, e disposti in modo che i due estremi distavano precisamente di un diametro lunare. gli altri due nel mezzo di essi erano posti leggermente ad angolo e distavano ai loro estremi rispettivamente di 1′ e 1′ ½ onde potevansi facilmente stimare le dimensioni della protuberanze e determinare le loro direzioni Il cannocchiale era montato equatorialmente su robusto piede che gli serviva pure di cassa, e benche non elegante, fu trovato pero di comodo e utilissimo servizio

Alla fotografia fu destinato il nostro equatoriale di Cauchoix che per la sua robusta montatura in ferro fuso si prestava a meraviglia, e tutta quella gran macchina venne trasformata in un grande apparato fotografico con obiettivo di sei pollici di diametro e lunghezza di metri 2 50 mossa da un roteggio per seguire il moto degli astri

Non poche sono state le difficolta che abbiam dovuto superare per riuscire ad ottenere fotografie solari abbastanza esatte da esser veramente utili alla scienza, specialmente per quelle da farsi durante la totalita per avere le protuberanze e la corona Basti dire che era questo il primo saggio, e percio era affatto sconosciuta la forza della luce residua Fu quindi mestieri regolarci in modo da non fallire il successo, e risoluto che le fotografie del Sole intero e delle fasi si prenderebbero ingrandite fino a 12 centimetri, ma che quelle della totalita si sarebbero fatte di grandezza naturale dell' imagine focale, e conforme a cio fu proveduto

l'istrumento di due diverse camere oscure applicabili al luogo dell' oculare, e prima di partire da Roma furono fatti tutti gli studi necessari coll'assistenza del sig Francesco Barelli

Oltre questi apparati fondamentali ne portai meco diversi altri destinati ad alcune ricerche speciali, cioè un cronometro, un barometro aneroide, 2 termometri, una pila termoelettrica, un magnetometro di Jones, diversi polariscopi, ed altri accessorii che credetti poter riuscir utili alla osservazione.

La brevità del tempo non mi permette di descrivervi il mio viaggio, e le cordiali dimostrazioni di stima e di affetto che mi sono state prodigate in Valenza, in Madrid, in Barcellona da tutti i pubblici funzionari e specialmente dagli scienziati che in questa epoca hanno gareggiato di cortesia con tutti, ma specialmente meco, e dimostrato un sincero amore per la pura scienza, trascurando in vista del vantaggio di questa la propizia occasione offertasi loro di figurar soli nel mondo scientifico, il che avrebbero potuto fare facilmente se avessero lasciato anche solo di suggerire misure meno liberali al Governo per la gratuita introduzione degli strumenti di osservazione (5)

Ommesso tutto questo trasportiamoci direttamente al sito destinato per le osservazioni Questo fu il così detto *Desierto de las Palmas* in un gruppo di monti situato tra Oropesa e Castellon de la Plana, ove trovasi un antico convento de' PP Carmelitani Scalzi tre miglia circa distante dal Mare Mediterraneo. La stazione però non fu trovata corrispondente alla apettazione, ed il convento restando troppo chiuso tra i monti, convenne trasportarci in punti più comodi per le osservazioni, e fu deciso di dividere in due parti la comitiva Quanto spettavasi alla fotografia e al regolamento degli orologi fu collocato sulla spianata avanti alla antica porteria del convento, ove

due eremi adesso abbandonati apprestavano comodo ricovero. gli strumenti maggiori furono lasciati all' aria aperta guardati a vista da una scorta militare, quantunque a dir vero non ve ne fosse bisogno, tanto rispettosa fu sempre la curiosità di que'molti che ivi accorrevano Ivi furono collocati su piedistallo di opera muraria l'equatoriale di Cauchoix e il bello strumento de' passaggi portato dagl' astronomi spagnuoli: due stanze di un eremo furono convertite in officina fotografica, un altra in deposito di cronometri e di orologi, le altre servirono di abitazione e studio (6)

Il sig. Monserrat prof. di chimica all'università di Valenza e distinto fotografo, aiutato da alcuni suoi allievi si incarico di tutta la parte fotografica, e affidai la parte relativa al maneggio dell' equatoriale al P. Venader della nostra Compagnia, prof. di fisica nel seminario di Salamanca, che se ne disimpegno con molta destrezza e diligenza Restarono ancora quivi diversi amatori e professori con diverse incombenze. Il prof Barreda assunse a mia istanza di studiare le variazioni dello spettro solare, con un apparato fornito dal sig. de Cepeda Altri si incaricarono di riconoscere gli astri che fossero apparsi, altri lo stato del cielo; chi osservare il corso dell'ombra, chi di fare la fotografia generale di tutto il cielo, chi di fare scale fotometriche, e specialmente il sig Gaetano d'Aguilar e il sig Alcover di osservare con attenzione il tempo delle varie fasi dell'ecclisse.

Io col sig D Antonio d'Aguilar direttore dell'Osser.° di Madrid fornito di un equatoriale di 4 pollici di Steinheil e col sig. de Cepeda distinto avvocato e passionato amatore di astronomia, che avea un ottimo cannocchiale di Lerebours e il sig. ing. Botella, ci recammo fino dal giorno innanzi alla cima piu alta del Deserto, detta il monte S Michele da un piccolo eremo ivi costruito e a quest'Arcangelo dedicato Questo era il solo nostro ricovero, e perciò

insufficiente per noi e per gli altri che ci accompagnavano, ma vi fu supplito con erigere tende militari.

La nostra posizione cola non poteva esser migliore per vedere l'effetto generale dell'ecclisse. alti 725 metri sul livello del mare, la nostra vista estendevasi per tutto liberamente; entro terra al N O per oltre 20 leghe fino a Peña-Golosa· al N E. era il mare· al S E le Aguglie di S Agata e il capo di Oropesa, e per tutto il Sud il mare e al S O l'ampia pianura del regnodi Valenza Anche colà mi seguivano le memorie Romane, e vedeva a distanza l'antica Sagunto ora Murviedro, e a piè del monte distingueva col cannocchiale un arco trionfale monumento di vittoria della immortale nazione Se nonchè corremmo rischio di pagar ben cara la vaghezza del libero orizzonte, perchè la stagione essendo stata fuor del solito sconcertata pochi giorni innanzi , una gran massa d' aria calda e umida si sollevava dalle sottoposte pianure, e arrivata cola se ne condensava il vapore si che mentre il piu bel Sole brillava al piano, noi o eravamo avvolti in nebbia, o formavasi una nube immobile sul nostro capo, che per forte soffiar di vento non si dileguava, rinovellandosi continuamente, finche col progredire del giorno la temperatura del monte essendo divenuta a un dipresso eguale a quella del piano, potevasi allora godere di un cielo perfettamente limpido e sereno che era per ciò appunto che avevamo scelto quel posto (8)

Atterriti da si sinistro presagio ordinammo tosto che si avessero in pronto cavalcature pel giorno appresso, onde se ricorreva il tristo giuoco potessimo discendere cogli strumenti alla pianura Ma appunto, quasi fosse per far piu cruda l'irrisione, al mattino seguente la nebbia era al piano e il chiaro al monte , onde presa fiducia ci affrettammo a concludere quivi i preparativi incominciati e licenziate furono le cavalcature. Ma non si tosto erano questi finiti che le nubi ripresero il loro mal vezzo e durarono fino a tanto che indugiando colla speranza che sparissero, l'ora di-

A $2^{or}\,39^{m}$ cioè poco dopo coperto il centro, l'oscurità era gia sensibilissima, e 10 minuti prima della totalità essa era si dichiarata che il lume era gia utile, l'orizzonte attorno era tutto fosco, ma piu dalla parte di Peña Golosa donde veniva l'ombra e parea presso ad un gran temporale, la tinta degli oggetti era come veduta attraverso un vetro fosco Ma sei o sette minuti prima della totalità, la luce comincio a vedersi calare a vista, e in una maniera che avea qualche cosa di sinistro, per non dire di terribile, talchè un profondo silenzio si sparse su tutti i circostanti, tanto che le battute del contatore e del cronometro erano sì distintamente sentite come fossimo soli nelle nostre stanze Da allora in poi io lasciai ad altri la cura di osservare gli altri fenomeni e superando un certo ribrezzo che ispirava quella trista scena, mi occupai solamente di cio che faceva la mia espettazione Levai tutti i vetri offuscanti fissi dal cannocchiale e seguii il fenomeno col vetro a mano e a luce graduata

A 2^{m} prima la falce era ridotta a un arco tenuissimo e la sua luce gia non portava piu l'offuscante nella parte piu densa onde feci uso della piu sottile Le cuspidi erano acutissime e cosi ebbi prova della bonta dell'aria e dello strumento, quando la superiore ad un tratto si spezzò per l'interposizione di una montagna lunare, e ben presto il Sole fu ridotto a un tenuissimo filo· allora la corona incomincio a vedersi tutto attorno della Luna e quel filetto di luce lentamente si occulto senza dividersi in frammenti a coroncina L'occultazione però non fu istantanea come quella delle stelle, ma molto graduata, sicchè stimo impossibile accertarne la frazione del secondo con precisione e la credo assai dipendente dall'oscurità del vetro colorato

Tolsi allora immediatamente l'offuscante dall'oculare e fui sorpreso a rivedere tuttavia un filo di Sole bianco

e di luce sì forte che mi offese l'occhio, ma il suo splendore ando si prestamente diminuendo che potei sostenerlo, e pian piano esso si cambio in un arco di luce porporina terminato da una infinita di punte che dopo sei secondi furono occultate

Subito due grandi protuberanze rosse comparvero presso il punto di occultazione, una la stimai alta 2 ' 30 " e larga alla base 2 ' la sua forma era conica, leggermente sfilata e curvata in punta Presso di questa piu verso il basso apparente ve n'era un altra alta la meta circa, ma che si estendeva per un arco di almeno 10 ° sul bordo lunare La sua cima era a forma di sega a denti finissimi, parallela agli orli della luna

La loro luce era porporina mista a violetto, e si intensa che illuminava distintamente i fili di platino Stetti quasi estatico per alcuni secondi a mirare la vivacità penetrante di quelle fiamme, cercando se pure in esse io discerneva alcun movimento , ma quantunque qualche traccia di moto sembrasse aver luogo presso le sommità , nulla io potei accertare su ciò, e solo vidi il loro rapido andar calando e avrei forse speso tutto il tempo in quel trasporto, se un atto di riflessione non mi avesse fatto portar lo sguardo alle altre parti Corsi adunque all'orlo opposto del Sole, ma nulla vidi quivi a comparire , e ritornando un istante ancora alle prime protuberanze, mi accorsi che si occultavano rapidamente

Levai allora un poco l'occhio dal cannocchiale per mirare liberamente il grande spettacolo della natura circostante La Luna in mezzo del cielo era affatto nera e del piu nero inchiostro, e per singolare illusione pareva quasi staccata dal fondo del firmamento Essa era cinta tutta intorno da una brillante corona di gloria alquanto più viva, ma non più larga dal lato dove il sole si era occultato, che la circondava tutta senza discontinuita ed era vivissima

nella sua vicinanza, ma sfumava rapidamente fino alla larghezza di un raggio lunare almeno Da questa distanza essa cominciava ad aver varie interruzioni, e varii fasci di luce si slanciavano in tutte le direzioni nella parte superiore eranvi almeno tre di questi gruppi e uno nella inferiore che stimai in lunghezza circa un diametro e mezzo della Luna stessa La forma de' raggi più lunghi ed il loro aspetto era perfettamente pari a quelli che si vedono la sera uscir dalle nubi al tramonto del Sole, e la mia impressione in quel momento fu che essi fossero a simil causa dovuti Quelli che vidi io erano tutti rettilinei e diretti sensibilmente al centro però il sig Cepeda nel cannocchiale ne vide uno obliquo e ramificato (8) Il cielo intorno era di un fioco azzurro tendente al cenerino, sotto il sole brillavano vicinissimi i pianeti Venere e Giove, e sopra la stella Polluce di altre stelle non cercai Il chiarore residuo di quella notte istantanea era a un dipresso quello di un ora dopo tramontato il sole in estate, ossia a uso nostro a mezz'ora di notte, onde potei bensì senza difficolta trovare gli oggetti e vedere le persone vicine, non pero distinguere la mostra dell'orologio due passi distante Una tinta giallastra dalla parte di N E riverberata da una bassa nube lontana nel cui seno romoreggiava il tuono e da cui durante la totalita fu anche da taluno veduto partire un lampo, faceva il piu singolare contrasto col cupo del cielo e getuna luce che mentre alquanto diminuiva l'oscurita, spandeva pero sulla scena terrestre un non so che di lugubre, e sembrava rammentarci quella nube che ci avea perseguitato nel mattino, e così contrastava mirabilmente colla gloria che si contemplava in cielo

Ma per incantevole che fosse questo spettacolo non mi trattenni gran fatto a contemplarlo, e per accertare la natura de' raggi della corona posi l'occhio ad un polariscopio di Arago, e vidi sicuramente che le estremità loro non erano della stessa tinta nelle due immagini, restando

però in ambedue vivo il bianco della parte centrale nelle due immagini la corona mi parve allungata in due direzioni perpendicolari Avrei ben voluto studiare più addentro queste importanti apparenze, ma la brevità del tempo, e l'oggetto per me secondario di quella osservazione non mel permisero e rivenni al cannocchiale

Ivi trovai l'aspetto del Sole assai cambiato da quel di prima Le due grandi prominenze accennate dianzi erano quasi scomparse e solo vedevansi le loro sommità ma in lor vece dalla parte opposta del lembo e tutto intorno ne erano comparse tante altre che io mi trovai per un istante dubbioso qual scegliere per misurarne la posizione, giacchè vedeva inutile prenderne la grandezza, che scorgevasi a occhio crescere da un lato e scemare dall' altro Grazie alla costruzione del mio micrometro in pochi secondi ne misurai sei, ma quelle che vidi erano assai più numerose e mi parvero quasi regolarmente diffuse attorno al disco La sterminata copia di queste fiamme fu per me affatto inaspettata, giacchè in tutte le relazioni anteriori solo di poche viene fatta menzione. Questa volta invece parve tutto il corpo solare ire in fiamme e le lor punte schizzare alte fuori dell'orlo della Luna incapace a coprire quell'incendio (9)

Un maggiore splendore della corona in un punto del lembo lunare, mi avvertiva già che colà era per spuntare il sole · diedi un altra rapida occhiata alla corona che non mi parve sostanzialmente cambiata, ma non più simmetrica e tosto io rivolsi colà immediatamente tutta la mia attenzione Un gran numero di piccole prominenze si vedevano venir pian piano spuntando di sotto alla Luna e andar crescendo visibilmente ma attrasse tutta la mia attenzione una di esse che emerse interamente e comparve tutta affatto isolata a guisa di nube rosata sospesa nel bianco della corona La sua forma era sottile ed assai allungata, di 30″ circa nella maggior direzione parallela all'orlo lunare, e circa 5″ di

larghezza la sua figura era serpeggiante e assottigliata alle estremità Alla vista di sì desiderato fenomeno la cui presenza era la più concludente prova dell'atmosfera solare, ruppi il silenzio che regnava nella moltitudine e ne avvertii i compagni, perchè vi facessero attenzione, del che essi mi assicurarono immediatamente Son quasi certo che quella nube non era sola, ma che avanti e appresso era accompagnata da altri punti minori ancor essi isolati. Il lor colore era ancor quello delle protuberanze, e solo un poco più chiaro.

Intanto l'arco coronato di protuberanze si faceva sempre più vivo e più largo, e la lor base rivestiva una tinta più chiara che sfumava in un bianco deciso La sua estensione totale era almeno di 60°, quando la parte centrale fattasi troppo viva, ecclissò col suo chiarore tutte le luci rosate, e non potendo più sostenere lo splendore, dovetti levar l'occhio dal cannocchiale, e il Sole era già ricomparso

Esso brillava allora in mezzo al firmamento come un punto di luce elettrica, cinto dalla corona che fu ancora visibile per 25 s e che coprendo con un libro la parte lucente potei seguitare a vedere fino a 40.s dopo finita la totalità. Le ombre erano incerte e vacillanti, l'aspetto dell'orizzonte ancor cupo e mesto, ma una indicibile allegria sembrava animare la risorta natura, e un sincero affetto di gioia e di tripudio si vide in tutti, che sarebbe scoppiato in un applauso generale se più fossimo stati intenti alle emozioni che sentivamo, che alla severità delle leggi che ci eravamo imposti di non lasciarci andare a trasporti, il cui effetto sarebbe stato la confusione delle più importanti impressioni ricevute, che io mi sforzai di raccogliere colla più energica attività, innanzi che si dissipassero (10).

Tre tiri di fucile, intanto, sparati dalla stazione inferiore ci avvertirono secondo le convenzioni, che le foto-

grafie della totalità erano ben riuscite, sul che stavamo non poco ansiosi, e lasciando che la turba de' curiosi sfilasse, come presto cominciarono a fare, noi attendemmo alle osservazioni del fine della ecclisse, che fu notato con ogni attenzione da ambedue noi e alle ripetizione di alcune cose più importanti osservate dianzi, come era la continuazione del lembo lunare fuori del Sole che potei rivedere con sicurezza.

L'oscurità generale durante la totalità fu alquanto meno di quella che si aspettava e da più di uno si potè leggere un libro a tipi ordinari. Le stelle vedute con sicurezza furono le seguenti, secondo l'ordine di apparizione Venere che si cominciò a vedere dal sig Alcover 28″ prima della totalità e gli restò visibile 11 minuti appresso, indi Giove, Polluce, Castore, e due altre che non furono ben accertate e forse una era Mercurio

Fu cercato del novello preteso pianeta di Lescarbault senza successo, nè furono viste da' nostri le piogge di meteore sul corpo solare aspettate secondo alcune teorie (11), nè le macchie o i vulcani accesi, ne alcuna corruscazione luminosa su la Luna L'effetto su pochi animali a noi circostanti fu nullo affatto in quel momento da un eremitaggio basso fu visto uscire un pipistrello, e azzittirono le numerose cicale Il progresso dell'ombra sulla terra fu scorto da più d'uno distintamente. non però sugli oggetti vicini, in cui la gradazione di luce era troppo sfumata, bensì sui più lontani, che vedevansi illuminare e nascondersi successivamente nel momento che noi stavamo nella totalità. Al chiarore cred' io di questa luce e di quella inviata dall'atmosfera lontana, che a non poca distanza dal limite dell' orizzonte resta in parte rischiarata dal Sole, (essendo la porzione di atmosfera visibile maggiore della sezione del cono ombroso) è dovuto lo scarso numero di stelle osservate in confronto all' oscurità locale che era

assai forte, e pari alla quale di notte se ne vedono molte di piu certo io malgrado quella luce maneggiai con qualche difficolta il mio micrometro (12)

L'ago magnetico osservato di 5 in 5^m e anche durante la totalita non die segno particolare di perturbazione Per contrario (come doveva aspettarsi), la variazione di temperatura fu assai sensibile, e più d'uno nella stazione inferiore s' accorse di un deciso principio di rugiada, ma i termometri non calarono gran fatto Circa tre gradi abbasso quello all'ombra, e l'annerito al Sole discese da 28 a 23°, letti da me pochi minuti prima della totalità Non fu cosi della radiazione diretta esplorata col termomoltiplicatore, che diminui rapidamente dopo occultato il centro solare, e fu insensibile durante la totalita (13) Al riapparire del Sole la scala ricomincio in senso opposto e ritornò quasi esattamente al suo punto di partenza come avevamo sperimentato nei giorni innanzi alla medesima ora.

Il vento ossia la brezza marina di abbastanza forte che era prima dell'ecclisse si calmo gradatamente, e si quieto affatto nella totalità, il che ci fu di gran piacere per la stabilità somma che così poterono avere i nostri strumenti. Terminato l'ecclisse discendemmo all'altra stazione ansiosi di sapere il risultato delle fotografie.

L'attivita de'nostri fotografi non era stata oziosa e certamente fu questo insigne merito del sig Monserrat il quale avea tutto si ben disposto, che quel tempo prezioso non poteva esser meglio occupato Quattordici erano le fotografie fatte nelle fasi parziali dell'ecclisse di grande dimensione e nei tre minuti della totalita ne furono fatte cinque In queste l'ombra di un filo indica la direzione del moto diurno Piccoli di dimensioni e di non grandiosa apparenza sono quei cinque dischetti, ma di valore incalcolabile per la scienza In ciascuno la Luna e circondata dalla sua corona colle protuberanze del Sole, che formano un monu-

mento perenne dello stato dell'astro, e servono a sciogliere i piu difficili problemi della teoria Solare La prima immagine fatta in 6″ dopo sparito ad occhio nudo il Sole mostra tutta intorno la corona piu viva dalla parte dell'occultazione, e l'arco rosato presso il punto di uscita sopra e sotto questo vedonsi le varie protuberanze e una di esse isolata, che mi era sfuggita alla vista, ma che ho saputo esser stata da altri osservata in questa figura nessuna ancora ne compare dall' altro lato

La 2 ª fu tenuta trenta secondi, ed avea un ampia corona, ma per una scossa data alla macchina all'istante del chiudere il telarino si fecero tre imagini delle protuberanze, il che prova che la lor forza luminosa è vivissima e capace da fare una impressione istantanea Questa nel fissarla, sgraziatamente si appanno un poco

La 3 ª malgrado qualche difetto di polvere che nella fretta delle preparazioni fu inevitabile, mostra le protuberanze diminuite dalla parte anteriore , e nuove se ne scoprono nell' inferiore e mostra l'aureola tutta intorno, ma piu larga in due direzioni opposte e piu stretta nelle altre le prime si trovano sensibilmente corrispondere alle regioni equatoriali del Sole, le altre alle polari Questa fotografia corrisponde al mezzo circa della totalita, onde la corona avrebbe dovuto esser simmetrica Questa conclusione importantissima e confermata anche dalla 4 ª fatta pochi secondi dopo

Questa mostra le protuberanze che spuntano quasi egualmente tutto intorno, e per un leggier tremito della macchina, qui pure si vede un piccolo raddoppiamento d' immagine, che prova la loro forza istantanea d' impressione

La quinta, finita pochi secondi prima della riapparizione, mostra l'arco luminoso delle protuberanze già abbastanza ampio , e si crederebbe il lembo solare se non

fossimo certi che esso allora non era ancora visibile Una sesta fatta dopo questa venne *bruciata* dal primo raggio di Sole comparso.

La brevita del tempo in cui furon fatte queste cinque fotografie non ha dato luogo ad avere la corona completa, il che gia mi aspettava per la debolezza del lume Essa nella piu ampia è limitata a meno di un raggio solare: quindi per averla intera fu preparata una camera oscura grande, diretta per cio verso il cielo, ma l'equivoco di avere usato un obiettivo a paesaggi invece di quello da me prescritto a ritratti, fece che solo una debole e incerta traccia della corona si avesse sul collodion Da questa serie importante di impressioni ho raccolto il numero e la forma delle protuberanze quali presento nei disegni (14)

Ma vediamo quali conclusioni si possono tirare da questi fatti esposti colla piu semplice sincerita, per la soluzione de' problemi annunziati al principio.

La prima e principale si è che le protuberanze non sono ne effetto di illusione ottica, ne montagne lunari, nè cosa dell'atmosfera terrestre, ma che sono veramente proprie del Sole. Il loro coprirsi e scoprirsi a seconda del moto lunare, come non solo la vista, ma come lo mostrano perfino le impronte fotografiche, tolgono ogni dubbiezza. Nè solo variano le grandezze, ma anche gli angoli di posizione trovati diversi per una di 6° dalla prima all'ultima prova Le dimensioni stimate e date di sopra, io le credo alquanto esagerate dalla irradiazione, ma questo non toglie che esse non sieno enormi, e parmi certo che alle maggiori non può negarsi un altezza di almeno 6 volte il diametro terrestre e una larghezza proporzionale alla base La somma vivacita della loro luce provata dalla istantanea impressione fotografica, la loro forma variata e propria delle fiamme, toglie ogni idea di falsi riflessi, di diffrazione e rifrazione e di miraggi, e il vederle staccate e sospese

lontane dall'orlo lunare e solare nuotanti a forma di nubi, prova che non sono materia solida, ma gassosa analoga a nostri vapori e alle nostre nuvole.

La seconda conseguenza, non meno importante è che questa materia riveste tutta la superficie solare, come un generale inviluppo trasparente Infatti il loro numero prodigioso, e il loro estendersi per archi continuati di molti gradi, ci mostra che è irragionevole supporle particolarità locali ed eccezionali sulla superficie solare, come sono le macchie, nè possono dirsi eruzioni vulcaniche di pochi punti al contrario il vederle spuntare congiunte in lunghe catene tanto al principio che al fine della totalita, ci persuade che negli altri punti della circonferenza si rendon visibili solo le cime maggiori e piu elevate, restando le minori e piu basse coperte dal corpo lunare Quindi si intende come nell'Ecclisse solare osservata a Koenisberga tempo fa e in altri, il sottile anello solare sia comparso tutto cinto di punte rossastre Ad occhio nudo io non potei distinguere le protuberanze, ma piu persone ivi presenti e di ottima vista, dissero che il sole *tenea fuego* intorno sicchè non dubbiamente le poterono vedere, benche non discernere separatamente per la loro copia straordinaria Tanto numero sarebbe esso conseguenza della fase di speciale agitazione in cui sembra essere il Sole attualmente, corrispondente al periodo di massimo delle sue macchie in cui ora si trova, ovvero altra volta sono state poche perchè gli osservatori non hanno usate tutte le premure possibili di osservarle al principio e al fine della totalità, distratti e occupati da altri soggetti diversi? Questo forse è piu probabile, non essendo altra volta mancato chi abbia già indicato simili apparizioni di archi luminosi colorati e terminati a sega estendentisi per molti e molti gradi come si è visto da noi Resta quindi messo fuor di dubbio essere il Sole avvolto al limite della sua fotosfera

ivi sospese se non avessero un sostegno, il quale non può esser altro una massa aerea Questa dovendo andare decrescendo gradatamente, non fa meraviglia che possa estendersi notabilmente al di la del limite delle protuberanze, ove lentamente svanisca, come fa nel nostro pianeta l'aria oltre le nubi, e colla sua luce graduata produrre quel fenomeno Tale conseguenza mi pare anche appoggiata dal fatto che a fase non totale il campo attorno all'orlo solare era piu chiaro che quello attorno al lunare, come pure dalla non equivoca osservazione della visibilità del disco lunare fuori del Solare

Questo è o Signori e quanto ho potuto raccogliere dalle mie osservazioni. Non mi illudo di avere tutto osservato, anzi molto ho dovuto lasciare, e non poco mi è sfuggito che avrei potuto supplire dalle relazioni altrui, ma ho voluto in questa esposizione limitarmi alle mie sole impressioni lasciando ad altra occassione il confrontare i miei cogli altrui risultati Quel solo che posso dirvi si e, che finora il numero e il successo delle nostre fotografie supera quello ottenuto dagli altri a noi cogniti e le conclusioni loro irrefragabilmente combinano alle nostre (18).

Se pero il successo in questa parte ha avuto alcun che di singolare, se ne deve principalmente anche il merito ai sig Direttore d'Aguilar, al sig Monserrat e agli altri miei dotti colleghi spagnuoli, i quali lasciando a me una piena liberta di azione e di disposizione in tutto, non solo mi hanno secondato in quanto io potei proporre e desiderare, non essendosi essi mai occupati dianzi di fotografia celeste, ma hanno efficacemente contribuito senza riguardo ne a spese nè a sagrifizi personali di ogni genere per riuscirvi Disgraziatamente i tristi rumori dell'invasione colerica in in Valenza, unite a tristi notizie domestiche arrivate al Direttore vennero a turbarci al momento di nostra separazione, onde non potè avere luogo un completo congresso astro-

nomico come avevamo proposto di fare, per discutere i risultati ottenuti (19)

A me pero restera sempre impressa la loro cortesia e gentilezza verso di me anzi devo aggiungere che non solo, i miei colleghi, ma tutti generalmente gli Spagnuoli anche i piu comuni e del popolo han mostrato per me una si cordiale affezione da dividere meco persino i sentimenti di tristezza o di gioia, quasi che io fossi il solo impegnato nella riuscita di questa impresa Al che contribuiva non dubbiamente l'esser io fra tutti gli astronomi di tutte le nazioni che colà erano concorsi, il solo che avea missione diretta da quel Sommo cui quella Nazione sinceramente Cattolica ha sempre venerato e ora piu che mai altra volta mostra di venerare di cuore sincero qual loro Padre Santo, la cui soddisfazione fu pure per me il massimo de' piaceri per l'ottenuto successo

NOTE

(1) Debbo all'Emo sig Cardinale Santucci prefetto della Sacra Congregazione degli Studi l' aver rappresentato al Santo Padre la convenienza di tale spedizione, e la Santita Sua sempre intenta a favorire i buoni studi mi diede del suo privato peculio un' amplissima sovvenzione

(2) L'osservatorio di Madrid e posto sotto la protezione di un Commissario regio il sig Gil y Zarate, e a questo dotto e attivo signore si deve il suo risorgimento e il suo stato attuale onde e uno dei meglio forniti di Europa Il Direttore immediato e il sig. D Antonio d'Aguilar, che ha anche il titolo di 1° Astronomo, e il suo collega il sig Novella ha quello di 2° astronomo Un 3° astronomo il sig Merino, e cinque o sei altri assistenti formano il personale di servizio ordinario Dall' Osservatorio furono fatte due spedizioni, una al Moncayo diretta dal sig Novella e l'altra al Desierto las Palmas dal sig. Aguilar Sapendo questi il mio progetto di occuparmi di ricerche fisiche durante l'ecclisse, fui da esso invitato ad unirmi seco, al che io acconsentii, riserbandomi esclusivamente questo studio, mentre esso con suo fratello sig Gaetano si occupavano principalmente del regolamento degli orologi e della determinazione del tempo I risultati relativi a questa parte saranno da essi pubblicati quanto prima Anzi si avra questa volta un controllo ai calcoli di una straordinaria precisione in cio che spetta i limiti della zona di totale oscurita, perche ad istanza del sig Direttore gli allievi della scuola di Stato Maggiore ed altri molti amatori si sono disposti a distanze di mille in mille metri circa per-

pendicolarmente al limite del corso dell'ombra, per fissare esattamente ove fu totale e dove no, e così questa traccia sara segnata con una precisione straordinaria, e riuscira utile per la soluzione di molti dubbi Le operazioni fotografico-chimiche furono riservate al sig Monserrat

Per le fotografie minori l' immagine diretta si faceva cadere al luogo della lamina collodionata allungando pero il foco, che fu trovato 10^{mm} piu lungo pei raggi chimici che per i luminosi Per le immagini ingrandite la difficoltà principale fu in trovare un tempo abbastanza corto di esposizione Per cio si uso di una tavoletta scorridora, munita di piccola asola e di un peso, la quale passava rapidamente avanti all' imagine. Così la durata di esposizione era appena $^{1}/_{100}$ di secondo, e si aveano le macchie precise colle loro penombre e gli orli del Sole piu deboli come si suol vedere nelle proiezioni luminose ordinarie

(3) Per la determinazione accurata del tempo gli astronomi spagnuoli avevano portato seco un magnifico strumento de'passaggi portatile di Repsold, due cronometri di Dent, un pendolo pure di Dent, un sestante coll'orizzonte arteficiale, un contatore a secondi che mediante un meccanico semplicissimo da me aggiuntovi segnava i secondi su di una lista di carta di un telegrafo di Morse, e con un altro piccolo accessorio dava l'istante della osservazione. Due barometri uno de' quali fu lasciato a Castellon per confronto delle altezze , una serie completa di termometri di diverse qualità per le osservazioni meteorologiche , e un anemometro di Robinson per la velocita del vento Avevano comprato espressamente per questa occasione due equatoriali di Steinheil di 122^{mm} di apertura, e uno di questi era stato portato al Moncayo dal sig Novella, l'altro era con noi Il sig avvocato Antonio Rodriguez de Cepeda ci favori un piccolo strumento de'passaggi a prisma che servi al sig. Barreda per studiare lo spettro solare, e porto per sè un bel cannocchiale di Lerebours

di 93^{mm} di apertura al quale io applicai uno degli oculari di Cauchoix per dargli campo più ampio da studiare il complesso de' fenomeni della corona e delle protuberanze simultaneamente

(4) L' offuscante graduato qui indicato è formato di una lastra di vetro scuro, di tinta che dicono neutrale, ma molto tendente al bleu, che è larga 23 millim e lunga 80, la sua spessezza da un capo all' altro varia da 1 a 2,75 ed è acromatizzata con un vetro bianco per distruggere la sua azione dispersiva Questo vetro ha il vantaggio di poter dar la luce conveniente alla parte del Sole che si studia, che deve esser diversa secondo gli oggetti e di più non è sì facile a rompersi pel calore come gli altri potendosi muovere a mano facilmente I molti vetri neri di cui erano provvisti gli altri, quasi tutti si ruppero ad eccezione di questi Le due lastre erano insieme unite con mastice, ma così spesso si corre pericolo che il calore lo fonda e guasti . onde meglio è lasciarle senza incollarle , avendo però riguardo di non prendere abbaglio dalle riflessioni sulle facce prismatiche

(5) Il Governo spagnuolo a fine di favorire gli scienziati dichiarò che tutti gli strumenti destinati a quest'uso e che dovessero tornar fuori sarebbero esenti dal dazio, che ivi è assai forte , e richiesero soltanto che ne fosse inviata nota preventiva al Direttore dell' Osservatorio Fu dato anche ordine a tutti i Governatori e Alcaldi di favorire i dotti forestieri in ogni circostanza , e ai professori di fisica o di altre facoltà affini di prestare loro assistenza e servizio in quanto avrebbero avuto bisogno, e questo fu puntualmente eseguito, anzi la gentilezza dei medesimi Professori non si limitò a questo, ma prevenne tutti nella maniera più cortese che si poteva desiderare. Inoltre il giorno dell' ecclissi avendo il Governo saputo che sarebbe stato utile agli astronomi l' avere il tempo

esatto da Madrid, fu ordinato che dalle 10 antem fino alle 5 pom i telegrafi fossero esclusivamente a disposizione loro, e il sig Merino fu incaricato di dare il tempo alle linee che lo richiedessero Non posso qui tacere che se questa disposizione fosse stata notificata prima, si sarebbero potuti trarre dei vantaggi incalcolabili per l'osservazione.

Quando il giorno 3 luglio arrivammo a Castellon de la Plana, feci osservare al sig d'Aguilar che stando noi ad un estremo della linea dell' ombra ove era la stazione telegrafica, se avessimo avuto a nostra disposizione il telegrafo, e fossimo stati in comunicazione con Santander o altro sito posto all'altro estremo, avremmo potuto sapere immediatamente gli oggetti piu interressanti da studiare per completare l'osservazione fatta all'altro capo, giacche l' ecclisse totale, finiva cola 7 interi minuti prima che cominciasse da noi Cosi una stazione avrebbe potuto supplire all'altra, e la durata della osservazione prolungarsi fino a 11 interi minuti che era il tempo che impiegava la totalita a traversare la Penisola.

Il progetto non poteva non piacere, e si sarebbe cercato di porlo in esecuzione, se l'altra commissione non fosse stata gia al Moncayo, e noi non avessimo avuto il tristo desiderio di andare alle montagne, nel qual caso ci mancava il tempo per stendere il filo locale Finalmente ci pareva impossibile che il Governo avrebbe voluto concedere il favore del telegrafo, e cosi fu abbandonato il progetto Ma l'esperienza ha persuaso tutti che i monti, se non sono altissimi, sono le peggiori situazioni per le osservazioni, essendo esposti a nebbie che a noi fallirono a pena di togliere il successo e ci fecero stare in una ansieta il cui men tristo effetto e l'agitazione dell'animo, in confronto della diffidenza che ispira, che fa perdere un tempo prezioso ed impedisce molti preparativi e studi importantissimi, e infatti al tanto vantato Moncayo fu perduto il

principio Se poi sono altissimi sono impraticabili per le strade che non vi sono, e pel vento che tutto sturba, a tanti svantaggi e poco compenso la maggior purezza del cielo. La stagione è stata e vero quest'anno affatto straordinaria, non essendo solito a quanto dicono, che cola piova in luglio, ma anche senza cio il consiglio era improvvido Invece stando in basso alle citta si poteva tenere un telegrafista accanto all'osservatore che trasmettesse subito ad un altro il suo risultato indicandogli le cose a cui dovea fare attenzione, per completare quanto non avea potuto osservare il primo. E da sperare che in altra occasione questo possa aver luogo, ma sara difficile che si combinino tutte le circostanze favorevoli di questa volta

(6) La cima del Monte S Michele al Desierto de las Palmas fu pure stazione di Biot ed Arago nella prolungazione della meridiana francese fino a Iviza, e sembra un sito destinato a scoraggire chi si reca cola per operazioni scientifiche Veggasi cio che dice Biot nel 4° tomo della *Base du systeme métrique*, *Introd:* Ecco un breve estratto del giornale da me tenuto in questa occasione

Alla sera del 1° di Luglio partimmo da Madrid, e Monsig Barili Nunzio Apostolico presso quella Corte, che mi avea colmato di gentilezze durante la mia dimora cola, mando espressamente a complimentarmi il suo signor fratello e il signor Segretario Abbate Pallotta Viaggiammo tutta la notte colla strada ferrata, la mattina alle 10 fummo a Valenza, ove vennero ad accoglierci alla stazione i deputati dell' Universita. il resto del giorno fu impiegato a ordinare la spedizione degli strumenti a Castellon, a visitare l'Universita stessa e il suo giardino botanico molto ricco e ottimamente tenuto sotto la direzione del sig Pizqueta Rettore della medesima Al giorno seguente 3 partimmo per Castellon, e ivi arrivammo la sera La mattina appresso del 4 di buon ora salimmo al *Desierto* Il sito

del convento alto sul mare 300 metri circa, ove speravamo collocare gli strumenti e aver nostra abitazione, fu trovato essere in un burrone in mezzo alle montagne, donde non si vedeva quasi ne cielo ne terra Sul ciglio di un monticello vicino alto circa 80 m sopra il convento, trovammo due eremitaggi abbandonati, donde si godeva la vista libera a tutto Sud e un poco di S O , ma ci restava coperta la regione piu importante della via dell' ombra Recatici alla cima del S Michele alto altri 350m e di incommodo accesso, avremmo posto cola stazione definitiva se vi fosse stato locale, ma tutto si riduceva alla cella dell'oratorio di 4 metri quadrati , e l'area intorno era pure assai stretta Sperando pero che l' altezza della stazione e la purezza del cielo potessero favorirci non poco, determinammo di fare cola il punto di nostra osservazione andandovi uno o due giorni prima

La mattina del 5 si cominciarono a portare gli strumenti agli eremi e a piantare i pilastri di muratura per l'equatoriale e lo strumento de' passaggi, che furono montati il giorno 6 Nella notte del 6 al 7 si presero diverse fotografie lunari, come pure nella notte dell'8, per conoscere la durata di esposizione per l'impressione della corona, la cui luce non poteva esser gran fatto diversa da quella della luna

Fino dal giorno cinque io cominciai una serie di osservazioni magnetiche orarie e insieme di barometriche e termometriche

La notte dal 6 al 7 fu orribilmente calda e alle 3ore½ dopo mezzanotte il termometro segnava 31 °6 C e alle 6 antem 32 ° 6 fortunatamente quell'aria bruciante calmo, ma comincio una serie di giorni disturbati che molto sconcertarono i preparativi

Il giorno 8 furono fatte molte fotografie solari

Alli 9 si cominciò una serie di sperienze termoelettriche per fissare la curva diurna della irradiazione, ma gli aghi del galvanometro furon trovati troppo grevi, e si dovettero mutare

Nei giorni 9 e 10 fu rettificato l'equatoriale, determinato l'intervallo de'fili di ragno del micrometro, messi quelli di platino a diversi reticoli ecc ecc ripetute le fotografie

L' 11, 12, e 13 furono cattivi e piovosi

Il 14 si determinò la declinazione magnetica assoluta trovata 18 °½ e si rifecero fotografie

Il 15 si ripeterono le osservazioni termoelettriche, e si presero dal sig Monserrat le fotogragrafie di tutti gli strumenti riuniti cogli osservatori

Il 16 si fecero i preparativi per salire a S Michele ove si passò tutto il 17 e il 18 Dal Desierto partimmo il giorno 21 In tutto il tempo di nostra dimora colà avemmo ottima cortesia da que'buoni religiosi che ci prestarono tutti i servizi che poterono con ogni cordialità, non ostante la strettezza della somma povertà in cui vivono

La Commissione spagnuola del resto volle ospitare me, il mio compagno P. Vinader, e gli altri non pochi concorrenti per que'giorni affatto gratuitamente e con ottimo trattamento

(7) Fra le persone insigni che ci onorarono di lor visita fu S A R il sig Duca di Montpensier, il sig Duca di Pestagua, diversi membri delle camere, molti professori di Barcellona, Salamanca, Valenza, Castellon, parecchi giovani ingegneri de' quali diversi ci prestarono aiuto al momento delle osservazioni S A il Duca di Montpensier avrebbe voluto salire a S Michele, ma vedendo la nube, continuò il suo viaggio ad Oropesa dove era l'altra commissione spagnuola dell'osservatorio di S Fernando e la commissione portoghese A Castellon della Plana si erano fermati gli astronomi sig Plantamour di Ginevra, sig Bre-

micker di Berlino, sig Bar Fielitzsch di Greifwalden, sig Lamont di Monaco, e il sig Rumker di Amburgo Non molto lungi da Oropesa, a Torreblanca era il sig Carlini di Milano, il decano degli astronomi italiani, il sig Donati di Firenze, col sig Tempel eccellente disegnatore di oggetti celesti, il sig Bonnet professore di nautica in Barcellona Alla stazione centrale del Moncayo oltre la spedizione francese composta de' signori Leverrier, Foucault, Chacornac ecc e la spagnuola del sig Novella, era il signor Brühns di Lipsia, e il sig Klinkerfus di Gottinga, ma il mal tempo ne li cacciò al piano e molti osservarono a Tarazona La maggior parte degl'inglesi era all'altra lato, a Burgos, Santander, Bilbao, ecc, ma non so ancora l'esito delle loro osservazioni, tranne il felice successo del sig De la Rue che ha fatto due fotografie della totalità

(8) I raggi obliqui non sono difficili a spiegarsi come vedremo più lo sono i forcuti del sig Cepeda, e più ancora quelli fatti a forma di foglie che si danno nella figura fatta da Liais al Brasile Credo che la confusione svanirà quando sarà ben fissato che cosa si è voluto rappresentare in quei disegni, se le regioni di maggior chiarezza, o la direzione delle linee di luce, queste possono molto dipendere dalla costruzione dell'occhio e in questa materia non è facile fissare uno stile convenzionale.

(9) Le fiamme osservate nel 1842 non furono che 3 o 4 più se ne osservarono nel 1851 in cui si era più preparato, e M Mathieu ed altri videro decisamente un arco circolare intero di prominenze rosee Che molti di questi fenomeni siano loro facilmente sfuggiti si capisce dall'esser allora gli osservatori intenti a contare il tempo, e fissi coll'occhio in un punto solo Per me abbandonai affatto questa parte, e solo mi prevalsi del contatore per apprezzare la durata delle parti singole del fenomeno Tutte le altre osservazioni dei tempi le darò in altra occasione quando

avrò ricevuto da Madrid le correzioni esatte degli orologi dietro il complesso di tutte le osservazioni meridiane. Non credo che dispiacerà trovare qui il tempo del principio e del fine osservato in Roma al Collegio Romano dal P. Rosa che avea rettificato il circolo meridiano con ogni diligenza nei giorni antecedenti e lo darò appresso in una appendice. In generale crederei buon consiglio e degno da ridursi in pratica durante le ecclissi totali, l'uso di prendere i tempi o a buoni registratori automatici, o per appulsi coi *top*, dati ad un assistente perchè la distrazione in voler contare e osservare tutto da se, produce errori ben superiori alle piccole incertezze probabili nell'altro sistema.

(10) Se tanto si studia l'impressione su la natura materiale, non è certamente da dispregiarsi l'impressione morale che si eccita sulle intelligenze degli osservatori in quel momento che è ben più importante che la sensazione dei bruti animali. Il gran pensiero che sembrò occupare tutti gli osservatori durante la totalità, fu l'annientamento della creazione tutta per la mancanza del gran luminare, e quindi l'idea affatto naturale di una Potenza creatrice e conservatrice, sembrò esaltarsi a quel contrapposto - *Dios es grande!* - fu l'esclamazione che uscì da molte bocche in quel momento, e il vedersi direi quasi scampato da quel pericolo aumentò l'allegria alla comparsa del giorno. Ma per molto che se ne dica bisogna convenire che il fenomeno è affatto indescrivibile, e in genere l'impressione molto dipende dalle idee di ciascuno, ma anche i più preparati non furono esenti da certo ribrezzo al rapido calar della luce similissimo a quello usato negli spettacoli per far notte. Malgrado i molti avvisi e la notorietà pubblica del fenomeno, pure non mancarono nella classe più bassa, e specialmente nelle donne de' forti sensi di timore, e in Castellon alcune furono viste piangere e ansiosamente raccogliere al seno i figlioletti.

(11) La curiosa teoria del sig Thomson vorrebbe che il calor solare fosse mantenuto da meteore cadenti sul Sole per lo lavoro meccanico esercitato nel loro urto. Quindi si era raccomandata tale ricerca, ma nulla si vide lassu dai nostri circostanti Il sig Letamendi prof di anatomia a Barcellona, che si era recato a Perillon mi assicuro esser state veduti due globi di fuoco, come stelle cadenti andare verso il Sole L'importanza dell'osservazione merita piu dettagli L'esistenza del pianeta intramercuriale tanto cercato invano, pare ora poco sicura

(12) Le isole Columbretes furono viste in luce mentre noi eravamo nell'oscurita Per intendere poi quello che qui si dice e da richiamare cio che è stato dimostrato dal sig Biot (Comptes Rendus tom XXXIX pag 825) Esso ha provato, che un raggio luminoso che arriva all'occhio per una traiettoria orizzontale è entrato nella nostra atmosfera in un punto la cui verticale sul globo terrestre dista 7 °30′ da quella dell'osservatore (contati dal centro della terra) e che se questo raggio percorre una linea inclinata all'orizzonte di 10 ° esso e entrato ad una distanza di 2 ° 19 ′ Ora il raggio della sezione del cono dell' ombra lunare sulla superficie terrestre per chi era nel centro non era che di 2 gradi circa donde si scorge che da almeno 10 ° gradi di altezza in giu la massima parte della atmosfera terrestre visibile dall'osservatore era illuminata parzialmente dal Sole Quindi si spiega il chiarore che allora si vedeva al basso tutto intorno, e la luce diffusa da questa massa d'aria, che non è poca, ed il suo color giallastro proprio de'raggi trasmessi a traverso di essa e mi ricordo che l'orizzonte mi parve piu scuro dal lato donde veniva l'ombra poco prima della totalità che nol vidi durante essa Si spiega anche come presso al Sole ecclissato, malgrado la luce della corona siansi potute ve-

dere le stelle Castore e Polluce, e non siansi potute vedere nè Sirio, nè la Lira, che sono assai più lucide, ma che stavano da esso più distanti Per facilitare la visibilità delle stelle io aveva fatto copiare la carta di Maedler, traforandola al luogo proprio di ciascuna delle principali

Le mie osservazioni della polarizzazione sono assai incomplete, ma mi mostrarono che la luce più vicina della corona non è molto polarizzata e che la polarizzazione cresce colla distanza dall'orlo lunare Sfortunatamente queste osservazioni, non sono facili per chi non ha gran pratica. So che taluno giudicò la corona perfettamente polarizzata perchè guardandola attraverso *due* tormaline, e girandone *una* la vide sparire! La distrazione e la sorpresa di quel momento potè dar luogo a questo equivoco, e perciò bisogna stare assai in guardia in questa materia e sapere i fatti con molti dettagli

(13) La pila termoelettrica era diretta al sole mediante un cannocchiale che le serviva di guida, perchè i raggi vi cadessero sempre perpendicolarmente sopra Il sig. Botella volle per ciò prestarci la sua tenda fotografica, nella quale fu collocato il galvanometro a riparo dal Sole, il cui circolo, cominciando da parecchi minuti prima della totalità, fu letto colla lucerna Benchè durante la totalità l'indicazione sia nulla, non pretendo con ciò dimostrato che la corona non raggi punto calore, io avea dimenticato di prendere meco il riflettore conico della pila e così non potei studiare con esattezza questo punto, ma è certo importante in questa serie il vedere il rapido calare della forza calorifica dopo coperto il centro del disco

Ecco i numeri ottenuti cominciando dal momento in cui si rischiarò il Sole ad intervalli nella mattinata

Tempo		Gradi	Tempo		Gradi	Tempo		Gradi
1 h	5 m	19 °0	2 h	11 m	18 °5	3 h	11 m	0 °5
	20	21 0		25	15 5		20	1 0
	30	20 0		35	11 5		35	11 5
	45	20 0		58	2 0		55	15 0
	50	21 5	3	5	1 5	4	16	17 0
princ	57	20 0	oscur	10	0 0	fin	30	20 0

La pila stava scoperta finche l'ago fosse stazionario e poi si ricopriva subito· e la forza che fa deviare di 20 ° il galvanometro faceva pure muovere un termometro a bolla annerita di 4 °1 di Farheneit L'esser ritornato l'ago dopo il fine allo stesso posto di 20 °, mostra l'insignificante freddo prodotto dall' ombra sull' atmosfera terrestre Le osservazioni fatte il giorno 15 in ore quasi corrispondenti sono le seguenti alla stazione bassa

2 h	10 m	19 °6
2	15	19 5
4	0	19 7
4	15	19 2

La piccola diversita e dovuta alla differenza di altezza che non e del tutto insensibile

Il risultato piu importante ottenuto dal sig Barreda studiando lo spettro, fu il grande indebolimento del giallo poco prima della totalità, e varie piccole alterazioni nelle righe di Fraunhofer, ma non di gran rilievo. Egli ne dara conto in una nota speciale

Il barometro non fece che una mossa piccolissima alla quale pareva gia disposto d'avanti Una piu estesa discussione di tutti questi elementi sarà forse fatta appresso.

(14) La piccolezza delle matrici non permette di determinare la forma precisa che di poche protuberanze, le grandezze pero possono abbastanza bene determinarsi, e gli angoli possono aversi dentro un grado qui do quelli ottenuti

Tempi		*Gradi*	*Tempi*		*Gradi*
9.h50m	ant	29 6	4.h 0m	pom	32
10. 15		29 1	4. 15		33
10. 30		28 7	4. 30		33
1.h 45	pom	35 5	4. 40		32
1 55		35 2	4. 50		32
2 12		34 0	5. 5		30
2 21		34 4	5 15		29
2 30		33 8	5. 30		27
2. 40		36.5	5. 45		25
2. 50		34 0	6. 0		23
3. 4		33 7	6 20		20
3. 15		34 0	6. 35		17
3. 25		33	6. 50		11
3. 36		34	7. 0		7
3 50		33	7 10		0

Term centig	*all'ombra*
9.h 50.m	27 ° 8
2. 42.	28 2
3. 4.	28 2
4. 0	28 2
5. 45.	27 9
6. 35.	27 0

Questa serie dimostra come la radiazione scema poco fino a 12 o 13° di altezza in cui resta circa $^{2}|_{3}$ ma la sua diminuzione diviene rapidissima presso l'orizzonte, essa potra servire di base a calcolare l'assorbimento di un atmosfera planetaria, la quale secondo tutte le probabilita non sara diversa in questa parte da quella che deve circondare il Sole, e cosi potra vedersi fino a che punto combinano le teorie imperfettissime proposte finora I valori de' raggiamenti solari da me trovati e dati gia nelle memorie del'Osservatorio nel 1852 e all'Accademia di Parigi (Comptes Rendus XLIX 12 Decembre 1859) sono i seguenti trovati col mio solito metodo del termomoltiplicatore al grande equatoriale di Merz

Centro	. 1 00
a $^{7}|_{16}$ dal raggio contando dall'orlo	. 0. 89
a $^{1}|_{15}$ . . .	. 0. 80
a $^{1}|_{82}$ (circa a 9° eliocentrici)	. 0 52

Fin dal 1851 riconobbi che la diminuzione di luce, e quella del calore era accompagnata da pari diminuzione di forza chimica, e ne ebbi la prova nelle immagini su piastra dagherriana fatte durante l'ecclisse, che erano sommamente sfumate all' orlo Questa verita fu poscia confermata col termomoltiplicatore

La medesima verita e stata confermata nelle recenti fotografie fatte al *Deserto* dal sig Monserrat Se il tempo di esposizione della lastra collodionata sia brevissimo, l'impressione solare viene molto piu forte al centro che agli orli, talche presso questi resta una linea quasi nera, che da al Sole nelle prove fotografiche positive una rotondita quale si avrebbe se si disegnasse una sfera secondo le leggi della sciografia, tanto presso gli orli la forza chimica e sommamente debole [1]

La valutazione in numeri esatti delle radiazioni chimica e luminosa sara sempre difficile, e siccome il complesso de' fenomeni mostra che esse seguono in questa parte le leggi dell' assorbimento calorifico, pare che per ora dalle mie osservazioni la tesi di una atmosfera solare sia abbastanza provata.

E poi inutile avvertire che le prominenze rosse non possono formare un inviluppo staccato dalla fotosfera, giacche fino nella mia prima lettera nell' ecclisse annunziai che io avea veduto la fusione del bianco della fotosfera col roseo della sua esteriore superficie

(16) La notabile differenza che ha il diametro solare vero da quello che noi vediamo, costretti come siamo a servirci di vetri molto foschi per osservarlo, e una cosa di somma importanza nell'astronomia esatta e nel calcolo dell'ecclissi Una diversa forza visiva e piu il color del vetro puo dare una differenza sensibile Per assicurarmi di ciò ho fatto uso di un piccolo eliometro di Dollond e messe le due immagini perfettamente al contatto servendomi di

un vetro rosso, al sostituire il vetro bleu neutrale appariva una distanza sensibilissima che da molte riprove trovai essere 1″85 Non credo essere cio mero effetto dovuto alla minor refrangibilita de' raggi rossi, giacchè quel vetro fosco ne lascia passare assai anche di questi Io sospetto che sia effetto del colore dell'orlo solare che essendo rosato passa in piu copia pel primo che pel secondo vetro ad ogni modo tale diversita merita di essere studiata con piu precisione e dettaglio

(17) Tali raggi si vedono assai bene intercettando un fascio di luce solare introdotto in una stanza oscura con un disco alquanto scabro, o con un disco tondo, purche l'apertura sia fornita di dentellature Sollevando la polvere o facendo una nube artificiale con fumo d'incenso si vedono anche meglio Questi raggi sono paralleli se si guardi da un lato e divengono divergenti se si collochi l'occhio nell'asse, e secondo posizione di questo rapporto all'orlo vedonsi inclinare piu o meno al raggio del disco onde si spiegano i raggi veduti talora quasi tangenti alla Luna Se la polvere o il fumo si sollevino in globi irregolari ne nascono delle falde di luce assai capricciose, che possono spiegare varie delle particolarita notate da Liais Per finire di provare che la corona non puo esser effetto di diffrazione, diro che quella che vedesi negli esperimenti di questa specie, non nasce che quando usasi un *punto* raggiante e non mai con un *disco* inoltre essa non è in alcun modo comparabile in forza ed estensione con quella dell'ecclisse e si sa che nella diffrazione la sfumatura e tutta interna e che all'esterno si hanno frangie alternanti Ho intercettato i raggi con globi coperti di cristalli riflettenti e rifrangenti, ed ho ottenuto de' fenomeni *simili* alle protuberanze, ma chi ha visto le une e le altre non confonderà mai le due specie di fatti Sarebbe troppo lungo il descriverli qui tutti per minuto, forse lo faro in altra

occasione qui solo dirò che il fatto il quale a prima vista appoggiar sembra la teoria delle diffrazioni è quello osservato dal sig Brunhs, cioè della visibilità delle protuberanze dopo comparso il Sole Esso ne avrebbe veduta una fino per 8 minuti dopo riapparsa la sua luce Ma studiando il fatto su la figura, ho visto che ciò è assolutamente possibile , secondo la posizione della prominenza che solo tardi poteva esser coperta dall'orlo lunare e restar visibile occultando il Sole, o, come esso mi disse, osservando con un offuscante rosso, che gli fece continuare più tempo la sua visibilità Non so se esso abbia misurato l'angolo di posizione , come dice aver fatto Chacornac , aspettiamo che esso dia i dettagli della sua osservazione

(18) Il sig de la Rue avendo fatte due impressioni fotografiche, annunziò subito per telegrafo che essse comprovavano che le protuberanze appartenevano al Sole La convinzione generale della massima parte degli astronomi è stata questa, come si ricava dai rapporti diversi finora scritti Veggasi ciò che scrissi io stesso il giorno dopo l'ecclisse all'Istituto di Francia dal *Deserto* e che è riportato nei Comptes Rendus Tom LI pag. 156 pubblicato nella sessione del 30 Luglio 1860 Un articolo del *Galignani* pretende trovare le mie osservazioni in opposizione con quelle di altri osservatori Non è ancor tempo di discutere le irregolarità che possono esser state notate secondo la pratica degli osservatori e la bontà de' loro strumenti Soltanto io riporterò quì una lettera di un dotto francese alla quale non aggiungerò commentario

Montpellier, 6 aout 1860

Mon Reverend Pere,

Bien que je n'aie pas l'honneur d'etre connu de vous je pense neammoins n'etre pas indiscret en sollicitant de

vous la faveur d'un envoi d'une epreuve photographique des phénomenes de l'eclipse de soleil Je vous en serai fortement reconnaissant J'ai observe l'eclipse totale a Miranda en Espagne Mon observation est assez conforme a celle de M Leverrier, excepte sur la position d'une petite protuberance rose

Votre observation publiee dans le Cosmos retablit la position de cette protuberance comme je l' ai vue Je veux parler d'une de celles qui faisaient suite a la protuberance detachee et isolee J' ai vu aussi la couronne pourpree se terminant en pointes que ne parait pas mentionner M Leverrier J'ai commence comme vous a voir l'arc presque continu de lumiere pourpree (ses rudiments, au moins) 1 muunte ½ avant la reapparition du soleil M Leverrier estime cette apparition a 20 secondes avant la fin de l'eclipse totale Il resulte de cela que mon observation concorde plus avec la votre qu'avec celle de M. Leverrier. C'est ce qui me fait desirer plus ardemment encore de posseder une des epreuves photographiques Des le 18 , au soir, j' ai envoye de Miranda a M Roche , professeur de Mathématique a la faculte des sciences de Montpellier , un croquis et une description detaillee de mon observation

Je vous prie, Mon Reverend Pére, de vouloir agreer l'expression de mon plus profond respect.

Le Ricque de Monchy

Montpellier, (Herault)
Rue Jeu de paume N ° 10

(19) Il Governo spagnuolo invito tutti gli astronomi ad un congresso in Madrid, ma l'avviso giunse troppo tardi e la difficolta delle comunicazioni in Spagna ove non e via ferrata, resero quasi inutile l' invito I piu erano gia al-

lora per partire o almeno aveano deciso il loro viaggio, e cosi non fu eseguito che tra pochissimi Se e lecito fare un voto in questa materia ove devesi lasciare una perfetta liberta individuale, il congresso sarebbe stato meglio farlo prima Cosi non si sarebbero trovati aggruppati tanti osservatori in pochi punti come questa volta lasciando deserte stazioni utilissime, come p e quella di Iviza che avrebbe allungato quasi di $1/3$ la strada dell'ombra

Un altra volta ancora si potra procedere con apparati maggiori alle fotografie della totalita, essendo provata la lor forza chimica, e si potranno congiungere col telegrafo le varie stazioni fra loro per avvertirsi mutuamente nel momento stesso de' fatti piu importanti da osservare, si dovra usare vetro roseo alla riapparizione, e studiare di vedere le prominenze il piu tempo possibile dopo riapparso il Sole, coprendo questo nel cannocchiale come io feci per la corona ad occhio nudo Finalmente fare disegni piu esatti della corona, per la qual cosa io credo il piu opportuno l'uso di un vetro limpido attraverso la quale si guardi e si segui su di esso la direzione de' suoi raggi con un pezzo di sapone (come usano i costruttori delle lenti de' fari) o di altra materia, per metter in chiaro se la teoria data sopra di que' raggi sussista o no

L'utilita del congresso preliminare sara quella di comunicarsi le sue viste reciprocamente, e di fare che certe idee restate questa volta sterili perche tenute secrete o non potute attivare da chi le avea , restino mediante la conferenza alla disposizione di tutti , e che insieme sia assicurato il merito debito a chi le propose nel congresso stesso

Appendice

Durante la mia assenza dal Collegio Romano l'osservatorio resto affidato al P Rosa, il quale trovo il principio

in T m di Roma 2h 58m 51 s 8
Fine 5 5 28 0

Il cielo fu bellissimo e solo si videro alcuni veli leggerissimi che diedero origine a varie strisce biancastre in cielo e attorno del Sole, con prolungamento verso il sud subito dopo finita l'ecclisse si sollevo un forte vento sud ovest e apparvero cumuli intorno al Sole L'abbassamento termometrico al sito ordinario degli strumenti fu meno sensibile che in altri luoghi, e fu solo di 2°,5.

Gli strumenti magnetici seguirono il loro corso regolare senza perturbazione alcuna, benche osservati ancor essi di 5 in 5 minuti

Spiegazione della tavola

Le 4 figure superiori sono copie quanto piu si e potuto esatte delle fotografie, ma non e stato possibile raggiungere la finezza di que' dettagli e delle sfumature della corona La 1ª fu fatta in 10 secondi la 3ª in 20 e queste sviluppate col solfato di ferro, le altre due in 36," e 30" e sviluppate coll'acido pirogallico, e percio in proporzione vi sono meno vive le aureole.

I raggi della corona sono come si vedevano ad occhio nudo cioe dritti ma le protuberanze sono disegnate come si vedono nel cannocchiale a rovescio (vedi per cio quello che si dice nelle note a pag 40) I disegni parziali dai lati sono copia di quelli fatti subito sul luogo ancora durante l' ecclisse Se per queste vi e varieta nelle forme disegnate altrove potra cercarsene la spiegazione in altra origine che negli errori di osservazione, potendo benissimo aver variato le apparenze durante 10 minuti in cui l'ombra attraverso la Spagna

---

IMPR - Fr Hieronymus Gigli Ord Praed S P Ap Mag
IMPR - Fr Ant Ligi Archiep Icon Vicesgerens

AGGIUNTA ALLA RELAZIONE

DELLE

OSSERVAZIONI FATTE IN SPAGNA

DURANTE L'ECCLISSE TOTALE DEL 18 LUGLIO 1860

DAL

P A SECCHI D C. D G

Nella relazione antecedente delle osservazioni da me fatte in Spagna durante l'ecclisse del 18 luglio p p. mostrai specialmente le importanti conseguenze che si potevano trarre dalle fotografie del Sole fatte durante la totalità Per assicurarsi però su di altri punti, richiedevansi le osservazioni fatte in altri luoghi, e singolarmente ciò era necessario per decidere sulla gran questione se le protuberanze erano state identiche nei varî siti, e quindi in tempi assoluti diversi Per un tale scopo le osservazioni ottiche fatte anche dai più esperti osservatori sarebbero state di poco peso, perchè la fretta, la prevenzione, l'immaginazione di ciascuno e la diversità degli strumenti, hanno troppa influenza nella interpretazione di que' pochi fatti che possono osservarsi alla sfuggita in que' brevi istanti, e di que' cenni con cui sul momento può abozzarsi la figura delle protuberanze, e il loro rapido coprirsi e scoprirsi fa confondere i cambiamenti reali cogli apparenti Quindi io aspettava con ansietà i risultati del sig De la Rue che si era recato con un apparato simile al nostro a Rivabellosa presso Miranda dell'Ebro, luogo distante circa 200 miglia dal *Desierto de las Palmas*, e nel quale la totalità dell'ecclisse accadeva nove minuti di tempo prima. Questi risultati essendomi ora pervenuti, posso

fare il confronto desiderato che sarà grandemente profittevole per la scienza

Dalle relazioni del sig De la Rue (1) si ricava che ancor esso ha incontrato le medesime difficoltà che trovammo noi nei nostri preparativi, per la mancanza totale d' informazione sulla intensità ed efficacia della luce delle protuberanze e della corona

Nella dubbiezza di una riuscita noi ci eravamo attenuti alla parte più sicura di fare le fotografie piccole, perchè poi si sarebbero sempre potute ingrandire, e le immagini dirette aveano già una non mediocre dimensione (23, 5 millimetri) Il sig. De la Rue invece operando con strumento minore e poco potendo contare sulle piccole immagini dirette, anche a rischio, come egli dice, di perder tutto si attenne alle immagini ingrandite. e sì poca era la speranza di riuscirvi, che egli credeva che se pur poteva fissar la corona, le protuberanze su questa sarebbero venute in nero!

Fortunatamente la forte luce delle protuberanze ha vinto tutte le difficoltà, e il sig De la Rue ha ottenuto immagini abbastanza grandi e vivaci che non solo confermano quelle conclusioni che già tirammo dalle nostre, ma danno anche una guida per distinguere nelle nostre stesse immagini più piccole le più minute particolarità, e togliere ogni dubbio sulla *realtà* degli oggetti in quelle rappresentati La piccolezza infatti delle nostre figure non avrebbe permesso di decidere su la forma di alcune prominenze, e sarebbe stata intollerabile baldanza l' interpretare per immagini di oggetti reali delle minime sfumature

(1) *Times* 5 agosto *Illustrated London news* 25 agosto

senza che si avessero altri elementi di controllo ; e bisognava non conoscere che cosa sia fotografia per fidarsi ciecamente in un oggetto di tanta novità a de' segni che non aveano nessuna conferma nemmeno, come vedremo, nei fenomeni ottici Ma ora che abbiamo a contioprova le indicazioni delle altre fotografie, è tolta ogni ambiguità , e le due classi di immagini vicendevolmente si illustrano e ricevono autorità

Prima di passare alla discussione delle singole protuberanze è da avvertire, che la indicazione dei gradi fatta dal D L R è diversa da quella data da noi nelle note alla *Relazione* pag 40, ma solo apparentemente, perchè esso conta sulle sue immagini che sono radrizzate cominciando dal punto Nord verso l'Est vero, mentre noi contavamo sulle immagini rovesciate dall'Est apparente pel Nord app ecc Quindi contando su le due figure a rovescio, e spostando il principio de' gradi di 90, tutto combina perfettamente Le differenze salgono al più a uno o due gradi dovuti allo spostamento lunare corrispondente a una diversità di tempi relativi, e alla difficoltà di valutare talora esattamente il posto in figure così piccole, e non è impossibile che anche vi possa aver influito un piccolo cambiamento reale V tav in fine

La prima protuberanza che apparisce sulle fotografie, partendo dal punto Nord verso Est vero, sta a 28°, ossia secondo noi a 242° nella 1^a nostra fotografia, e a 248° nella 5^a, la variazione dell'angolo essendo dovuta alla mutazione di luogo del centro della Luna La cosa più singolare è che questa protuberanza fu vista da diversi anche prima della disparizione totale del Sole, e restò visibile dopo che

esso fu riapparso ancora per qualche tempo Ciò è dovuto alla sua posizione sul disco solare, che era tale che il lembo lunare trovavasi parallelo alla direzione del moto della Luna stessa Questa visibilità prima e dopo fa vedere che vi è speranza di osservare per l'avvenire le protuberanze solari anche in tempo di ecclissi non affatto totali, ma di abbastanza grande quantità perchè resti molto indebolita la luce che riflette l' atmosfera terrestre che sola sembra impedirne la visibilità

La seconda prominenza di figura più singolare trovasi sotto l'angolo 57° di D L R ossia 213° nostro. Ecco le parole di quest'osservatore: « A 57° era situata l' estremità Nord di una notabile nube staccata, che quando fu vista la prima volta era circa mezzo minuto di là dal lembo lunare: essa presentava una doppia curva al lato Nord, e ambedue le curve erano convesse verso questa parte. La nube era inclinata di 60° verso Est, ed era lunga un minuto e mezzo (cioè 42,000 miglia) Quando la Luna nel suo corso se gli accostò e ne toccò l' estrema punta, brillò con tutto lo splendore di una nube terrestre al tramonto del Sole e avea tinta decisamente rosata ». Questa nube trovasi nella nostra fotografia (come già dissi nella relazione) presa nel momento in cui la Luna ne tocca l'apice inferiore; ha realmente un millimetro di lunghezza, ossia 1', 4, ed è inclinata di 60° verso Est: onde combina perfettamente La sua forma qui rassomiglia a un fagiuolo prolungato alla punta superiore da una appendice di luce più debole della protuberanza È fatto degno di attenzione il vivo brillar di luce che avvenne quando

se gli accostò la Luna· e ciò combina con quanto fu veduto in un'altra protuberanza dal Goldscmith, che vide il passaggio quasi istantaneo dalla luce bianca alla rosata Questo fatto sarà forse schiarito dall'esame delle seguenti protuberanze

La terza mostrasi a 72° (ossia a 198° secondo noi), è singolarissima perchè si impresse sulla lastra senza essere stata visibile all'occhio « La sua forma è quella di un arco piegato, la cui lunghezza è 2′ (56,000 miglia) la punta à rivolta verso il nord ed è inclinata in verso opposto della nube precedente è singolare che questa protuberanza siasi impressa senza essere stata veduta »

Questa meraviglia cessa affatto allo studio più accurato delle nostre fotografie. Questa protuberanza è nelle nostre imagini così debole, che non avrei mai ardito di tenerla per una realtà fisica senza un controllo ottico o fotografico avuto d'altronde: aggiuugasi che essa non trovasi bene impressa che nella 1ª fotografia fatta in sei secondi, mentre nella 3ª fatta in venti secondi non è distinguibile e confondesi colla corona, e solo se ne ha qualche traccia nelle altre due prove dove la corona è pochissimo sviluppata La sua luce esser dovea adunque poco diversa da quella della corona stessa, che l'ha ragguagliata affatto per una più lunga esposizione, e per ciò essendo di color bianco, poco diverso dal fondo generale, potè esser perduta di vista facilmente

La forma indicata da D L R è giustissima, e nelle piccole fotografie rilevasi la gran lingua superiore che corre per un tratto quasi parallela al lembo lunare, ed ha ún pezzo quasi staccato presso alla

punta. La sua debolezza stessa ci è di sommo vantaggio per riconoscere come vere protuberanze di questa specie alcune altre impressioni che per la loro sfumatura passerebbero inavvertite, e siamo condotti così alla distinzione di due classi di protuberanze, le une *vivaci*, le altre *deboli* La lunghezza reale di questa lingua è di 1 ^{millim}6, ossia molto prossimamente 2 minuti (circa 8 diametri della Terra!), e sotto di essa vedesi protendere una catena di nubi che da una parte e dall' altra estendonsi a grande distanza Questa catena si estende fino a 135° con una varietà indescrivibile di dettagli.

A 101° è una piccola protuberanza lucida, appresso la quale a 110° circa ne viene una altissima della classe delle deboli, essa è sormontata da una lingua lunga almeno 2′ inclinata pur essa verso Est e non è molto diversa in forma da quella di 72°, ed anche questa sfuggì la vista mia e del sig De la Rue Siccome questa rimane vicinissima alle due grandi da me studiate con tanta diligenza, sono sicuro che se fosse stata distinguibile e di color rosato non mi sarebbe sfuggita Come mai la fotografia ha potuto produrre ciò che l'occhio non potè scorgere ? Se non avessimo quì l' irrefragabile testimonio concorde di due immagini prese a 200 miglia di distanza e a 9^m di tempo di intervallo, non si esiterebbe a creder ciò una illusione. Ma questa non può ammettersi: e oltre la ragione accennata dell'essere state queste prominenze di color bianco, e facilmente confuse col fondo della corona, può aggiungersi che è notissimo che l'occhio non è punto sensibile alle onde eteree che formano i raggi più ef-

ficaci dello spettro chimico, talchè se la nube solare ne inviava quasi esclusivamente di questa specie, dovea essere invisibile, e dovea insieme disegnarsi sulla lastra Dal che si vede che gran passo hanno fatto fare alla scienza questi esperimenti, e che per l'avvenire le osservazioni delle ecclissi dovranno farsi più cogli apparati fotografici che coi telescopici.

Queste due protuberanze sono le più lunghe di tutte, ma nessuna eccede $2' \frac{1}{2}$, onde le altezze accennate da alcuni di fino a $4'$ sono certamente esagerate dalla irradiazione Il sig D L R. dice che vide ivi la corona più vivace; ma non avendo esso avuto tutta la corona impressa, non può giudicarsi della sua estensione A questo suppliscono le nostre fotografie che danno la corona più larga in questo punto che tutto altrove Ed è cosa notabile come questa in generale non sia terminata da un limite uniforme, ma profondamente intagliata in vari punti.

Dopo questa protuberanza viene il grand' arco rosato che si estende da 129° a 135°, ossia secondo il nostro giro da 135° a 148°; ma i dettagli qui sono spariti per la dilatazione prodotta dalla *solarizzazione* o eccessiva durata d'impressione delle prove, anche nelle esposte per brevissimo tempo Alcune sue particolarità furono descritte nella *Relazione*, come pure quella della seguente prominenza a 154° di D L R , ossia 113° secondo noi, che avea completamente figura di fiamma, ed è alta $1' \frac{1}{2}$, e nella sua figura combina perfettamente con quella delle fotografie inglesi: solo in ambedue rilevasi un filetto bianco alla base che si estende verso la precedente, e che io non vidi malgrado il molto studio, e che estendendosi fino alla

metà di distanza che corre tre le due, mostra la connessione loro

A 193° ne abbiamo una bassissima e che appena sporge di un filetto, e una singolare a doppia cima, come di due piume rivolte in senso opposto trovasi a 197° (ossia 78° secondo noi) Nella nostra 1ª fotografia trovasi accennata la doppia punta della protuberanza posta a 230° di D L R, ossia 330° nostri, la cui intera mole vedesi nella prova fotografica sviluppata in modo straordinario A 290° nostri, ossia 352° di D L R, èvvene un'altra delle più belle e lucenti, e a 265°, ossia 10° nostri, un'altra non men bella e vivace Tralasciamo per brevità di dare la posizione delle minori e *deboli* che spuntano da tutte le parti, come già vidi essere direttamente il fatto quando il Sole mi parve tutto cinto di fiamme Ma sarebbe degno oltremodo di essere studiato l'arco lucido corrente da 190° a 350°, e che in D L R corre da 290 a 340°, in cui trovavasi la nuvoletta isolata sì ben veduta da me, e dai miei compagni e dal Leverrier, ma la grande intensità della luce nelle fotografie ha qui tutto ragguagliato, ed i dettagli sono spariti confusi in un arco lucido vivissimo.

Se gli esperimenti di questa volta non avessero fatto altro che istruirci sul modo di portarci per l'avvenire, ciò gia non sarebbe piccolo vantaggio; ma vediamo che quantunque noi fossimo côlti in molti punti alla sprovvista, i nostri esperimenti sono stati fecondi di utilissimi risultati. Qui ne accenneremo alcuni pochi, lasciando i già esposti altrove.

1.° Gli oggetti fotografati al Deserto e a Rivabellosa sono identici

2° Esistono nel Sole ammassi di nubi che sfuggono anche all'occhio armato, e pure hanno una forza chimica sensibilissima

La prima di queste conseguenze mette fine alle numerose contese sollevate dalla imperfezione dei disegni su la variabilità di questi oggetti, e atterra tutte le teorie di chi li vorrebbe fenomeni meramente ottici, teoria incompatibile colle loro forme restate costanti malgrado la distanza di tempo assoluto, e la piccola rotazione che ha fatto il Sole nell'intervallo di 9^m frapposti alle due fotografie

La 2ª mette in evidenza due classi di protuberanze di diverso genere le une luminose e vivaci, e le altre immensamente più deboli, e dà forse la spiegazione del come taluno abbia visto le prominenze bianche ed altri le rosate, essendo probabile che l'occhio di uno siasi arrestato all'una piuttosto che all'altra classe di oggetti · se pure non vogliansi attribuire tali differenze alla diversa sensibilità degli occhi ne'vari individui per riconoscere i colori

Il sig Plantamour nella B U di Ginevra (agosto 1860) crede trovare un argomento per provare la teoria puramente ottica delle protuberanze in ciò, che l' occultarsi loro era in proporzione molto diversa da quella che corrispondeva al moto lunare Egli vide presso al mezzo dell' ecclisse sparire la prominenza a forma di nube che sta ad angolo di 45° la cui distanza dall'orlo lunare al principio della totalità fu da lui stimata $\frac{1}{2}$ minuto almeno Siccome per la sua posizione il disco della Luna non vi si accostava che 11″ per minuto, ne conclude che quando essa svanì, la Luna non l' avea in realtà

ancora toccata Questo ragionamento dell'astronomo ginevrino sarebbe giustissimo se sussistessero le basi su cui si appoggia . ma le fotografie dicono il contrario e fanno vedere le grandi illusioni a cui sono soggette le stime ottiche In fatti la 1ª fotografia, fatta pochi secondi dopo cominciata la totalità, mostra il lembo della Luna che tocca quasi l'apice inferiore della nube, donde si può concludere che la distanza stimata da lui di $\frac{1}{2}$ minuto almeno è certamente esagerata, e la differenza supera tutto quello che può esser effetto di parallasse nelle due vicinissime stazioni in cui noi stavamo In secondo luogo non sussiste che la prominenza svanisse verso il mezzo dell'ecclisse, perchè si ha il suo vertice chiaramente impresso nella fotografia 5ª finita 10″ appena prima del fine della totalità. Come mai per un osservatore così pratico potè aver luogo tale equivoco ? Per me la spiegazione è semplicissima, cioè che realmente gli sfuggì di vista per non avervi fissato direttamente l'occhio , essendo ormai abbastanza provato che in quella fretta molte cose non si vedono benchè stiamo nel campo di visione, se non si fissano direttamente Nessuna delle protuberanze lucide supera 1′ 30″, e così resta spiegato perchè al principio e al fine della totalità le fotografie mostrino un arco assai esteso senza prominenze lucide dalla parte donde viene o verso cui va la Luna, mentre ne spuntano certamente in più punti di quelle che abbiam nominate deboli, che sono più alte Infatti la differenza de' diametri essendo 96″, non poteano restar tutte coperte quelle che erano più alte di questa quantità

Per altra prova della sua teoria il sig Plantamour porta l'apparizione de' fascetti lucidi provenienti da ciascuna protuberanza e notati nella sua figura, ma que'disegni, cred' io, devono interpretarsi alquanto benignamente, perchè io nulla vidi di ciò che esso accenna, nè le fotografie indicano altro che un maggior chiarore della corona nella vicinanza della protuberanze: e forse ciò solamente vogliono indicare quelle figure, che del resto sono fatte piuttosto per dare un cenno delle apparenze che per pretendere a veruna precisione, come lo mostra il limite tagliente della corona interna, che certo non esisteva affatto, essendo essa sfumata molto gradatamente

La sola cosa su cui non si può negare che vi resti ancora qualche oscurità per la spiegazione, è il fatto notato sopra, e osservato dal De La-Rue, dal Plantamour, ed ancor dal Goldscmith, che taluna delle prominenze cambiò tinta all' accostarsi della Luna Io porto opinione che ciò non sia che un effetto di contrasto, allo scemare del lume e ne ho in prova il fatto, che la piccola nuvoletta da me studiata con diligenza, di rossa che era quando spuntò dalla Luna, venne ad illanguidirsi collo scoprirsi del lembo, e svanì in bianco nella corona allo spuntare del Sole Tuttavia le fotografie mostrano che vi è una realtà di differenza tra le due classi di protuberanze più o meno lucide: quindi potrebbe aver luogo la seguente considerazione: È certo che le figure fotografate e proiettate su di un circolo massimo del globo solare non possono tutte stare in un solo piano: ora potrebbe essere che le più pallide fossero le protuberanze più lontane e viste solo per riflessione o attra-

verso un denso strato di atmosfera solare, e che le più vive fossero le più vicine all'osservatore illuminate per trasmissione Metto in mezzo questa idea con tutto riserbo, ma parmi degna di studio (1)

Concluderò insistendo su di un altro risultato non meno importante che si cava dalle fotografie congiunte, ed è il seguente

3° L'atmosfera solare è assai più estesa nella regione equatoriale che nelle polari, e le regioni ove trovansi le protuberanze più lunghe e più variate sono quelle che corrispondono alle zone delle macchie, ossia a quella di maggiore attività e temperatura solare

Per assicurarsi di ciò, non si ha a far altro che tracciare su le fotografie l'equator solare, e si vedrà che la regione, ove l'aureola della corona è più viva, corrisponde alla zona che estendesi da una parte e dall'altra dell'equatore circa 50°, mentre nella direzione polare è assai più ristretta Questa conclusione è appoggiata al complesso delle nostre fotografie esclusivamente, poichè in quella del De la Rue, come si disse, l'aureola non è presa tutta; però le cinque nostre prove combinando esattamente non può esser ciò effetto del caso La larghezza di questa

---

(1) Era gia pubblicato questo articolo nel giornale di Roma (7 Set 1860) da molti giorni, quando giunsero in Roma nei bullettini dell' osservatorio di Parigi le descrizioni delle protuberanze osservate da Chacornac con un forte equatoriale (4, 5, 6, 7, settembre), e vedo che esso pure dalle sue osservazioni e stato condotto alla medesima conclusione In somma sarebbe questo il caso delle nostre nubi, che finche si vedono per riflessione sono bianche, e viste illuminate dai raggi trasmessi al tramontare del Sole vestono le tinte rosate che tutti sappiamo? In questa ipotesi la luce delle protuberanze non sarebbe propria, ma imprestata dal Sole, ne a ciò fa difficoltà la mancanza di polarizzazione osservata in esse, perche anche le nubi nostre non sono polarizzate

atmosfera impressa è 6′ almeno all'equatore, e al polo non arriva a 3′; ma è certo che la fotografia fatta in soli 6sec non può rappresentare l'ultimo limite della atmosfera solare, che deve essere assai più estesa, ma però è sufficiente a mostrar bene la legge di sua struttura Questo conferma quanto fu da noi scoperto fino del 1851, dell'esser cioè la zona equatoriale la più energica, e quella dove la temperatura fu da noi trovata più elevata È singolare la forma di questa atmosfera che combina sì bene con quella trovata dal Maury per la terra, e pare effetto della forza centrifuga

Questo per ciò che riguarda le fotografie fatte durante la totalità Anche il sig De la Rue ha preso varie fotografie delle fasi parziali, e ivi come nelle nostre resta provata la grande differenza di precisione fra l'orlo della fase spettante al bordo solare e al lunare La sfumatura del primo è tale che si crederebbe l'impressione *fatta fuori del foco*, se la precisione dell'altro lembo non persuadesse il contrario. e si rileva pure che il bordo solare ha luce *più debole che la penombra stessa delle macchie*, verificandosi ciò che noi trovammo in Roma per la luce fino dal 1858, e quello che molto prima provammo accadere pel calore Queste fotografie mettono inoltre in evidenza un altro fatto importante se l'impressione non sia realmente istantanea, il nucleo non viene nero, ma bianco come il resto; donde si conclude che que'punti non sono oscuri fuor che relativamente, e assolutamente sono luminosissimi, come già si era dedotto dal Galileo per altre considerazioni Così pure l'orlo delle penombre non è staccato e netto se

l'impressione non è sommamente istantanea, ma si fonde un poco col resto talchè si vede che il grande distacco apparente del contorno delle penombre è in gran parte effetto di contrasto. Ciò è confermato dalla importante osservazione del barone Dembowski, che riconobbe i nuclei delle macchie apparire molto meno neri che il lembo lunare all' atto della loro occultazione.

Quì nascerebbe la discussione: se le forme delle nostre protuberanze favoriscano l' opinione che le macchie siano fatte da nubi notanti nell' atmosfera solare; opinione che oggi cercasi far risuscitare dalle antiche sue ceneri, e confutata le cento volte dai tempi del Galileo, che la propose, fino a'giorni nostri: le scoperte del Wilson da noi richiamate a nuova luce, e riconfermate, la dimostrarono insussistente, e non possono le presenti osservazioni darle veruno appoggio, come spero mostrare in altra occasione con più estensione. Qui dirò solo che in questi giorni medesimi ho potuto verificare un altro caso manifestissimo dell'esser esse cavità e squarci della fotosfera medesima, la cui spessezza è assai tenue in proporzione del vasto globo che essa ricopre

Ma ritornando ai fenomeni più particolarmente spettanti l' ecclisse, chi vorrà gettare un' occhiata attenta su tutti questi fatti complessivi resterà persuaso dell' immenso passo che si è fatto verso la cognizione del Sole mediante le felici osservazioni eseguite durante questa occasione: e, quel che è più, resterà convinto che si è aperta una nuova via di investigazioni che sarà certamente messa a profitto dai nostri posteri, presso i quali avremo almeno la

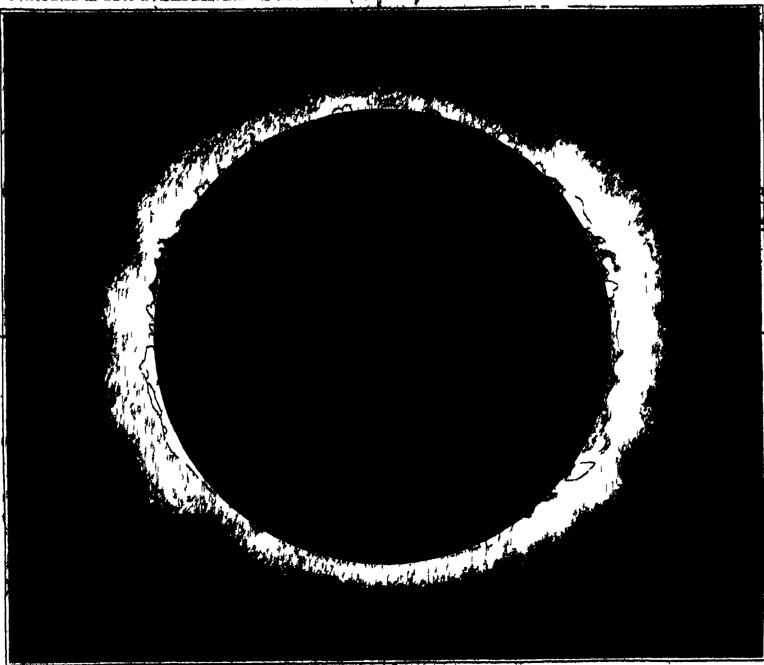
gloria di aver tolto di mezzo le principali difficoltà che rendevano incerta la sola vera via di studiare questa materia, cioè l' applicazione della mirabile arte della fotografia Resterà solo in una futura occasione di fare le fotografie ingrandite direttamente, essendo la luce più che sufficiente per le protuberanze, ma per la corona, dovranno farsi immagini piccole Inoltre che gli osservatori si uniscano per telegrafo, onde avvertirsi reciprocamente degli oggetti più importanti da osservare e delle cose da fare; il che se si fosse fatto, come io progettai a Castellon de la Plana, avremmo potuto profittare delle istruzioni del signor De la Rue, e avere fotografie maggiori, e completato così lo studio di questi fatti immensamente di più! Ma ora che la questione non è più del modo di operare, ma solo del tempo, siamo sicuri che quello che non si è potuto compire da noi sarà fatto quanto prima da altri, e questo ci basti

Spiegazione della Tavola

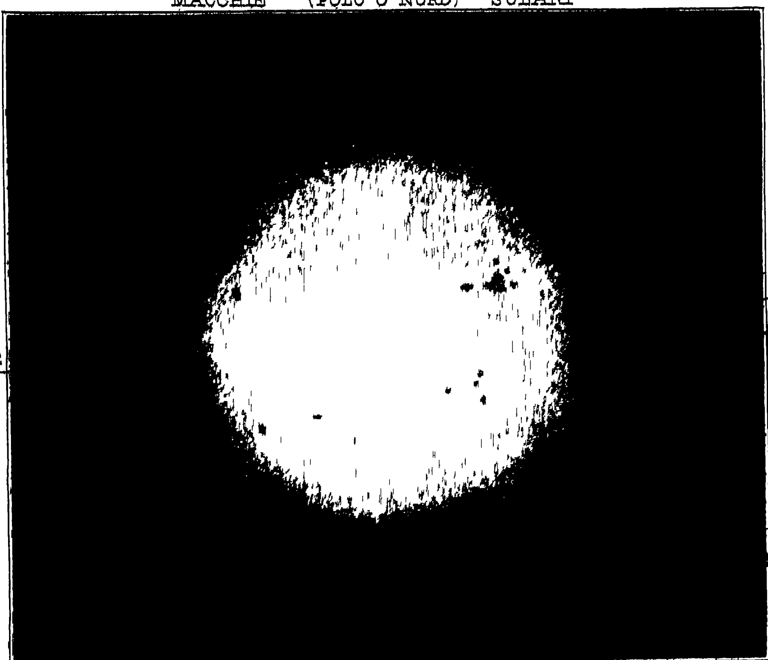
Questa tavola rappresenta in complesso tutte le protuberanze impresse sulle 4 fotografie, e singolarmente dalla 1^a ed ultima L'aureola è tutta copiata dalla 3^a fotografia I punti cardinali sono secondo il metodo usato da De La Rue che è il più comune fra gli astronomi La figura di sotto rappresenta le macchie solari visibili quel giorno, e la loro direzione dà quella dell'equatore solare a vista, questo vi si è inoltre tracciato dietro il calcolo degli elementi della rotazione solare Sarebbe stato più conveniente e più utile per la scienza il dare le 4

figure fotografiche intere ingrandite direttamente dalle negative originali, ma la spesa per questo lavoro eccedeva assai i miei tenui mezzi, però è da sperare che ciò verrà fatto dal governo Spagnuolo, o dall'Inglese nelle grandiose pubblicazioni che ci preparano delle loro spedizioni

CORONA E PROTUBERANZE SOLARI (S 180°) DURANTE L'ECCLISSE DEL 1860



MACCHIE (POLO 0° NORD) SOLARI



Gio Della Longa inc

TRATTE DALLE FOTOGRAFIE FATTE AL DESIERTO DE LAS PALMAS —— P. A. SECCHI

SOPRA
UN
NUOVO BAROMETRO
DEL

PROF A SECCHI D C D G

DIRETTORE DELL'OSSERVATORIO DEL COLLEGIO ROMANO

Estratta dall'Album
Anno XXIII Distribuzione 48

ROMA
TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI
1857

Il Barometro è uno di quegli strumenti che dopo la sua prima invenzione ha ricevuto pochissimi miglioramenti i più considerabili sono stati quelli di usare microscopi per puntare con precisione l'altezza del mercurio nel cannello, e tubi larghi per ovviare ai difetti di capillarità I tentativi poi fatti per render lo strumento a grandi indicazioni con ordegni meccanici sono riusciti tutti imperfetti esso è di più sempre restato uno strumento fragile, di difficile costruzione e facile a guastarsi Non sarà quindi discaro il far noto un nuovo genere di costruzione che può ovviare a molti di questi inconvenienti e rendere lo strumento commodo , sicuro e tale da dare indicazioni grandi quanto si vorrà.

Il nuovo strumento che sta già in azione all' Osservatorio è costruito a questo modo il tubo del Barometro invece di esser fisso, come all' ordinario , è reso completamente libero, ed è attaccato a un braccio di una bilancia o di una leva come appunto sarebbe una stadera ordinaria il tubo così sospeso da una parte, viene equilibrato con un contrappeso dall'altra, ed ogni variazione di pressione viene accusata da uno squilibrio della bilancia Per diminuire la noia che si avrebbe di pesare ogni volta , basta

mamente facile, potendosi bollire senza pericolo il mercurio nella sua canna di ferro, e probabilmente i fenomeni di capillarità saranno meno influenti in questi tubi che in quelli di vetro la qualità del mercurio potrà esser qualunque, nè sarà mestieri, che sia puro e distillato, anzi potranno anche usarsi liquidi diversi dal mercurio stesso I barometri fatti coll' acqua o altri fluidi potranno forse avere vantaggi che non sono ancora esplorati, ma non sono irragionevoli ad aspettarsi dai tentativi fatti a Londra per uno ad acqua costruito già da Daniell con ingenti spese

5 Abbiamo parlato specialmente dello strumento in rapporto colle sue indicazioni differenziali, esso può servire anche per la determinazione assoluta delle pressioni, ma per queste bisognerà avere alcune avvertenze troppo esclusivamente scientifiche per poter esser esposte in questa notizia

Roma 9 Gennaio 1857

APPENDICE

Seguitando a sperimentare sulla predetta costruzione barometrica, ho trovato che trattandosi di registrare le osservazioni differenziali, potevano aversi alcuni vantaggi notabili nel sospendere alla bilancia non il tubo barometrico, ma la sua vaschetta Il principale vantaggio sarebbe questo che, l'apparato diverrebbe naturalmente tanto più sensibile quanto minore

e il peso che gravita sui pezzi di sospensione ora il peso del tubo e del mercurio in un barometro destinato a registrare sarebbe assai forte sospendendo invece la vaschetta dovrà sostenersi soltanto il puro necessario alla costante immersione della bocca del tubo, nelle massime elevazioni, e l'eccesso che viene rigettato dal cannello nella vaschetta allo scemare della pressione Questo eccesso è la forza squilibrante dell' apparecchio e servira di motore per la macchina registrante, sui dettagli della quale parlerò in altra occasione Qui solamente avvertiro di aver verificato coll'esperienza l'aumento di potenza nelle indicazioni, mediante l' ingrandimento del diametro del tubo Non è mestieri che sia tutto di egual dimensione, il che assorbirebbe una enorme quantita di mercurio, ma basta che abbia un diametro assai largo alla superficie superiore del vacuo. Il tubo da me adoperato ha nella parte piu stretta un diametro di circa 15 millim ma alla cima per un tratto di un decimetro in lunghezza si allarga fino a 60 millim Con questo la variazione di 1 decimo di linea é indicata dal moto dell' indice di due pollici L' esperienza mi ha provato che tali tubi conici non possono adattarsi a delicati sistemi di sospensione, che hanno poca *stabilità statica*, perchè l'equilibrio sarebbe impossibile. La teorica conferma questo risultato dell'esperienza non preveduto dianzi Quindi alcuni congegni costruiti con precisione ed esattezza

sono riusciti inutili e si sono dovuti rigettare, il miglior modo di sospensione che finora mi sia riuscito, è quello di attaccare il gran tubo al braccio corto orizzontale di una robusta leva, che è prolungata dall'altra con una coda lunga circa un metro, ed inclinata di 45° all' orizzonte, la quale porta all'estremo alcuni piccoli pesi variabili al bisogno Questo sistema ha molta sensibilita ed è perfettamente stabile , e colla giunta dell' indice da indicazioni grandi quanto piace esso inoltre sta *attualmente registrando da sè* tutte le variazioni atmosferiche Questa costruzione come ognun vede è la più semplice che possa idearsi ed è prova di fatto che le indicazioni barometriche possono ingrandirsi indefinitamente, onde non è esagerato il dire che fondandosi su questo principio , si potranno stabilire non solo i barometri grafici, ma anche barometri a grande scala da servire alla publica istruzione, e curiosita come si pratica gia per gli orologi

Queste esperienze mi hanno mostrato molte belle e interessanti particolarità intorno il moto di questo sistema, ma che qui non è luogo di sviluppare, solo diro, che una si facile ed istruttiva esperienza, dovra d'ora innanzi aver luogo necessariamente negli ordinarii corsi di istruzione elementare, come quella che sparge un lume chiarissimo nella dottrina delle pressioni

13 Genn 1857

A Secchi.

OSSERVAZIONI

E

RICERCHE ASTRONOMICHE

SULLA GRANDE COMETA

DEL GIUGNO 1861

DISCORSO

letto alla Pontificia Accademia Tiberina il 12 Agosto 1861

DAL SOCIO ORDINARIO

P ANGELO SECCHI D C D G

DIRETTORE DELL' OSSERV DEL COLLEGIO ROMANO, E PROF DI ASTRONOMIA, MEMBRO DEL COLLEGIO FILOSOFICO DELL'UNIVERSITA' ROMANA, SOCIO DELL'ACC DE'N LINCEI, DELLA SOC ITALIANA DE'QUARANTA, CORRISPONDENTE DELL'IST DI FRANCIA, DELLE SOC REALE E DELL' ASTRONOMICA DI LONDRA, DELLE ACCADEMIE DI TORINO, NAPOLI, DELL'ISTITUTO LOMBARDO, DI BOLOGNA, MADRID, FILADELFIA, GINEVRA, CHERBURG, PALERMO EC EC EC

CON APPENDICE

ROMA
TIPOGRAFIA DELLE BELLE ARTI
Palazzo Poli numero 91
1861

> En general, les differentes apparences que présentent les comètes, leur noyau, leur nébulosité, leur queue peuvent fournir aux astronomes munis de puissants instruments le sujet d'intéressantes recherches, qui agrandiront le cercle de nos conaissances relatives à la physique du ciel
>
> BESSEL *Mem sur la const physique de la comète d'Halley*, in fine

Colle citate parole il celebre Bessel formolava precisamente quale dovea esser per l'avvenire lo studio da fare e il frutto da sperare dalle ricerche sulle comete Questi astri stati per gli antichi soggetto di noncuranza perchè creduti semplici fenomeni sublunari e meteore transitorie, e riconosciuti per corpi cosmici da appena due secoli, hanno occupato quasi esclusivamente gli astronomi fino a noi intorno a ciò che riguardava la parte teorica de' loro moti, onde poca o almeno non proporzionata attenzione si è fatta alla lor costituzione fisica; che se pure non è mancato chi siasene occupato, l' imperfezione degli strumenti e le inesatte nozioni di fisica de' tempi scorsi non hanno permesso di riconoscerne sufficientemente la struttura, nè di penetrarne i misteri Ma una volta assicurati gli astronomi della loro realtà e permanenza cosmica, e provato come essi compievano

il loro giro attorno al sole in virtù della medesima forza con cui circolano i pianeti, e colle medesime leggi, poterono con maggior sicurezza studiare la loro costituzione fisica, e le grandi questioni che sollevano le loro forme singolari, a spiegar le quali le sole forze che ne reggono il corso sembrano insufficienti Pertanto fin dal suo nascere lo studio fisico delle comete fu connesso con le grandi questioni sulla natura degli spazi planetari, sulla materia de'cieli, e su quell'etere che tutto riempie l'universo ed è l'agente universale della creazione, e che qual anima viva, ne *agita la mole e si mesce al suo gran corpo*, onde vediamo il gran Newton e tutta la sua scuola occuparsene con sommo impegno Che se la difficoltà del soggetto fece a più d'uno disperare il successo e pronunziò vani quegli sforzi; mutati come ora sono i lumi scientifici, cresciute e chiarite le cognizioni delle forze che reggono la materia, su basi novelle, possiamo attaccare nuovamente il problema con qualche speranza di miglior fortuna

Tali adunque sono le questioni che ora sorgono in mezzo agli uomini della scienza all'apparire di una cometa, e mentre il volgo si tormenta e scervella per indovinare eventi coi quali esse nulla hanno di connessione, lo scienziato ricerca quale indizio esse gli porgano di forze, ignote forse finora, che animano la natura, e cerca se per lor mezzo gli venga dato di sollevar alcuna parte del velo che la ricopre Siccome però ogni studio teorico deve aver per base fatti precisi, senza cui non teorie, ma sogni vengono a fabbricarsi, così il principale studio degli astronomi dei nostri tempi forniti di grandi strumenti è di descrivere e

notare accuratamente i fenomeni osservati, per ridurli a leggi sicure, giovandosi in ciò non solo di esatte misure, ma anche di ben fatti disegni, dei quali non è mai troppa la copia Un grande impulso a questo studio è stato dato tre anni sono dalla famosa apparizione della gran cometa di Donati nel 1858, i cui fenomeni, confrontati cogli osservati nelle comete precedenti, si è rilevato essere assai meno varii e irregolari che a prima vista non si sarebbe creduto, e perciò sono soggetti a certe leggi complicate bensì, ma sicure, il che è già un gran passo per formularne una spiegazione Ed anche opportunissima è apparsa la cometa attuale che alcuni dati ci ha somministrati da saggiare la teoriche, che in tanta copia vennero proposte ad occasione di quella Cominciamo dunque anche noi dal descrivere i fenomeni osservati in questa per passare poscia a dire alcuna cosa sul suo corso e su la spiegazione dei fatti osservati

Storia delle apparenze della cometa

La cometa (come è noto) apparve nel nostro emisfero la prima volta a tutti improvvisa la sera del 30 giugno pp. e la festa corrente diede occasione di distinguerla col nome di cometa di S Pietro Gli astronomi non furono in vederla prima punto più privilegiati degli altri Anzi con non piccolo dispiacere io non me ne accorsi quella sera se non tardi, poichè occupato nella osservazione del minutissimo pianetino novello *Esperia*, soltanto dopo finita questa affacciatomi alle 9 e un quarto al cielo aperto, restai

sorpreso alla vista della immensa colonna di luce argentea che sorgeva al Nord-ovest, sì vasta ed alta che la presi da prima come fumo di qualche fuoco artificiale, di cui non molto dianzi facevansi sentire le esplosioni in città Ma dopo un istante di attenzione non tardai a riconoscere l'astro novello L'immenso strascico di luce si estendeva allora fin oltre la stella polare, e la sua larghezza era almeno quanto la massima nella Via Lattea, ma di essa era assai più vivo L'estrema bassezza dell'astro che già col capo si avvolgeva nella nebbia dell'orizzonte, non permise altra osservazione fuor d'una determinazione provvisoria della sua posizione al grande equatoriale, che si trovò essere a $9^h 40^m$ t m Asc R. $6^h 37^m$ declin $45^{\circ} 57'$, onde era nella costellazione della Lince, ove essa confina coi Gemelli e col Cocchiere La nebbia in cui presto si nascose, impedì di esaminare la forma del nucleo che appariva come una viva fiamma circondato da nebulosità di almeno $20'$ di diametro

Molti ha sorpreso la sua repentina apparizione, ma la cosa facilmente si spiega trovando con calcolo retrogado il luogo che la cometa dovea avere la sera innanzi rilevasi in fatti che per Roma essa dovea tramontare 40^m circa dopo il sole, e che la sua coda restava distesa assai presso dell'orizzonte, onde quella sera dovea esser immersa nella nebbia per la massima parte e solo potevasi un poco meglio distinguere alla mattina, e infatti non è mancato chi quella notte ne vedesse traccia (1); ma prima

(1) Fra gli altri il sig cav Giachetti capitano del porto di C Vecchia, il quale non me ne diede avviso credendola un getto di aurora boreale, come già altra volta gli era avvenuto per le aurore del settembre 1859

essa era invisibile affatto, stando sull'orizzonte insieme col sole e tramontando prima di esso.

Dalle notizie arrivate posteriormente si è poi saputo che essa avea visitato prima l'emisfero australe, e che il sig. Liais l'avea osservata al Brasile dall'11 al 18 giugno, e che fin d'allora presentava un immensa coda di 40° nella costellazione del Lepre. e il P. Cappelletti la vide a Santiago del Chili il giorno 4 Ivi essa nasceva prima del sole, ma per la nostra diversa posizione geografica quì nasceva dopo di esso e perciò ci era restata invisibile essendo immersa nei suoi raggi fino ad uscirne arrivata che fu alla Lince

Quella grandezza straordinaria ci fece presentire che essa dovea essere a noi vicinissima, e perciò tutte le osservazioni erano importanti Non ostante che la testa fosse già all'orizzonte, si aspettò che più si oscurasse il cielo e si determinò con maggiore accuratezza la direzione e la lunghezza angolare della coda Presso la mezzanotte la testa della cometa era un 1° 10′ sotto l'orizzonte, e la coda colla sua parte più larga sorpassava di 10° la stella polare: questa parte era a modo di ventaglio largo 8°, e sensibilmente retto o piuttosto fusiforme, restringendosi un poco verso la sommità ove era larga circa 6.° (v. fig. 1) A un terzo circa della larghezza, contando da levante, la coda prolungavasi in una specie di gran raggio o trave molto meno lucente del resto e largo poco più di un grado e mezzo, molto meglio terminato dal lato di levante che di ponente, passava rasente α della Lira (cui lasciava a levante) e prolungavasi fino al primo ramo della Via Lattea sul parallelo di ζ ed ε

dell'Aquila, ove comunemente si vedeva terminare; benchè in alcuni momenti paresse prolungarsi fino al secondo ramo della Via alla stella θ del Serpente (A R $= 6^{or} 47^{m}$. Decl $= +4°5'$) Onde essa era lunga 118° costantemente, e talora vedevasi di 138°! Questa sarebbe la coda più lunga di cui resti memoria nelle storie, ma è noto che tale elemento molto dipende dalla chiarezza del cielo, e questo lungo razzo sembra non esser stato guari veduto che in pochi siti fuori di Roma, poichè si limita la sua lunghezza comunemente a 45° (1) È da notarsi che il getto più lungo non era un semplice restringimento dell'ampia coda, ma pareva una parte isolata e indipendente dall'altra, apparendo assai ristretto al punto del prolungamento, e divergente alquanto a maggior distanza, come meglio si potè rilevare nelle sere seguenti.

Nella mattina appresso, cioè 1° luglio alle 2 antimeridiane la testa era già assai alta sopra l'orizzonte per poterne fare qualche osservazione, e fu incessantemente seguitata fin presso al nascere del sole Il suo capo presentava un nucleo ben distinto e terminato di color gialletto, da cui uscivano getti di luce o razzi disposti a ventaglio di color rosato, e tutto attorno avvolti da una densa nebbia bianca che era più viva e lucida nella direzione de'raggi (v fig 3) Il nucleo non era rotondo ma sensibilmente schiacciato; il suo diametro maggiore era diretto trasversalmente alla coda (2),

(1) Il sig Challis l'ha veduta di 72° a Cambridge La descrizione datane dal sig Goldschmit è pure assai somigliante a quella che vedemmo noi V *Cosmos* 26 luglio 1861

(2) Ciò fu osservato alcune sere anche in quella di Donati v Cooper obs ec

e fu trovato 10,″05 da 3 misure molto accurate al micrometro filare Il ventaglio de' getti luminosi dalla parte del sole aveva una apertura di circa 90°, e la lunghezza de' getti era 1′ 55″ Tutto questo era involto da un arco parabolico di nebbia sensibilmente più lucida dal fondo, e distante dal nucleo 3′ 11″. Talora un altro, arco più debole e più lontano pareva includere il primo, ma era difficile l'afferrarne la separazione perchè una nebbia confusa e di limite incertissimo si estendeva per tutto un raggio di oltre 15′, i cui limiti, trovaronsi grandemente diversi secondo la forza del cannocchiale Al crescere della luce crepuscolare andava svanendo rapidamente la luce dell'atmosfera cometaria, e anche quella del nucleo, e alle 3^h 40^m antim non altro restava che il nucleo sormontato da suoi getti assai più deboli e rossastri Esso rassomigliava allora a un globo rovente la cui parte superiore fosse infiammata, come vedesi talora accadere in una pallottola di polveri pirie, o altra prepazione usata nei fuochi di artificio, che venga accesa solo per metà Ma presto fu tanto indebolito, che perdemmo la speranza concepita di poterlo osservare al meridiano in pieno giorno, benchè potesse vedersi fino alle 6^h antim. (v fig 11)

Mi sono fermato alquanto nella descrizione di queste apparenze, perchè le stimo della più alta importanza per lo studio fisico di questi corpi, e perchè richiamavano alla memoria quanto si era già osservato nella cometa del 1858 e in altre

L' indebolimento della luce della cometa all'apparire dell'alba, ci fece rilevare l'enorme differenza che passa tra le luce imprestata di questi astri, e

la propria delle stelle, poichè mentre la cometa era ormai perduta, la stella α della Capra, non molto distante, brillava ancora ad occhio nudo, e qual piccolo sole splendeva nel refrattore: anzi puo argomentarsi quanto sia la lor luce più debole di quella de' pianeti stessi, che in pari circostanze continuano a vedersi vivacissimi, e la differenza risalta vieppiù se si confronti col pianeta Venere, il quale essendo lontano dal sole poco meno di quanto era allora la cometa, e distante molto più di lei dalla terra, pure suole splendere brillantissimo anche ad occhio nudo

Ma continuiamo la storia de' fenomeni osservati

Alla sera dello stesso giorno 1 luglio la cometa apparve assai luminosa e alle ore 8^h 30^m si vedeva ad occhio nudo, e nel refrattore pareva la fiamma di un becco di gas a ventaglio (v fig 9) L'angolo del ventaglio (1) stesso misurato si trovò di 156° di apertura; assai vivaci o rettilinei erano i due getti estremi, ma verso il mezzo una massa più viva di luce slanciavasi dal nucleo con molto maggiore intensità Fatto che fu più oscuro, apparve il ventaglio accompagnato da una moltitudine di getti di nebbia lucida meno vivace de' raggi stessi, ma, estendentesi a molto maggior distanza Allora i getti estremi, e singolarmente il sinistro apparente, ossia il boreale (destro vero) comparve decisamente curvato a modo di virgola e rivolto indietro (v fig.4) esso era lungo 40 ″15 e prolungato in un ampia nebulosità similmente ricurva.

---

(1) Adopriamo la parola ventaglio a preferenza di quella di settore, usata da altri, perchè non era punto uniforme in vivacità, ma rigato come appunto i ventagli In questa materia non è poco avere un linguaggio uniforme e preciso

Quasi nel mezzo di questi, in direzione di 53° era un forte getto di raggi assai vivi rettilinei lunghi 44,"07 e in direzione diametralmente opposta ad esso trovavasi uno spazio più scuro chiuso da due raggetti assai men vivi , e divergenti di 75°. La direzione della massima nerezza non era nel mezzo, ma più presso al raggio sinistro, e non corrispondeva alla direzione dell' ombra del nucleo però si fatto spazio era lungi dall'essere assolutamente nero, e vedevasi assai sparso di luce sfumata Tutto il grande ammasso di raggi era anche questa sera inviluppato da un ampio arco parabolico, il cui vertice esteriore fu stimato distante dal nucleo 2' e un quarto circa, ma il suo limite superiore era sorpassato dai getti di nebbia viva che formavano il prolungamento de' getti più vivaci e infiammati del mezzo

La forma generale della cometa era dunque notabilmente mutata, da quella veduta nel mattino, benchè sostanzialmente ritenesse le medesime forme caratteristiche Però il nucleo era stranamente cambiato ed assai diminuito, cioè ridotto a soli 6 "15: anzi misurato con un ingrandimento di 400 volte, sarebbe stato soli 3 "03, ma la prima misura è preferible perchè fatta collo stesso oculare del mattino (1) L'apparire però il nucleo rapidamente mutato e di dimensioni diverse secondo la forza del-

---

(1) Se nel mattino non avessi fatto l'osservazione in circostanze veramente esimie, sarei stato quasi tentato a sospettarvi errore ma ciò non era possibile Il disco si vedeva allora come quello di un vero pianeta e non meno deciso e bello di quello che più volte io abbia veduto Saturno o Urano, e la misura fu presa nel crepuscolo

l' oculare, è abituale nella storia delle comete, e forma una prova decisiva, che quello che noi chiamiamo con tal nome, non è un corpo solido, ma una semplice massa più densa, di limiti assai incerti e diffusi: e ne avremo presto prove di altro ordine anche più convincenti (1) Questa sera pure non appariva sì ben terminato come la mattina, nè anche veduto coll' ingrandimento di sole 200 volte, benchè buona fosse l'aria; pareva bensì ancora ovale, ma coll'asse maggiore nella direzione della coda; cioè perpendicolare a quella della mattina Una stella di 9ª grandezza passata a 4′ 5″ dal nucleo si vide trasparire benissimo attraverso la folta nebulosità

La coda ad occhio nudo questa sera era mutata non poco; la sua lunghezza arrivava alle 3 lucide del Toro di Poniatowski ed avea perciò soltanto 116°. la parte più grande si estendeva poco oltre α Orsa maggiore, ove era larga quanto la distanza di questa stella dalla β sua compagna, e toccava col lato occidentale β Orsa minore e di là prolungavasi fino alle tre stelle suddette; la parte prolungata era assai stretta al luogo del distacco e appariva essere il prolungamento quasi del lato orientale della coda stessa e nòn di una parte presso il suo mezzo come la sera precedente. Connettendo le apparenze ad occhio nudo con quelle dentro il cannocchiale, appariva che la parte lunga della coda era un prolungamento del getto curvilineo che usciva dal nucleo al lato boreale La vivacità della coda era circa la metà di ieri.

---

(1) V Bessel mem citata le grandi diversità nelle misure nella cometa Donati si devono alla stessa causa

Nella sera seguente 2 luglio l'apparenza della cometa nel cannocchiale non era sostanzialmente mutata; solo era più deciso lo spazio nero dietro il nucleo e pareva più aumentata la nebulosità de' getti di mezzo, che confondevasi coll'alone parabolico, in un modo assai indeciso e difficile ad afferrare, tanto che se ne fecero tre figure tutte diverse, onde vi si sospettò una rapida agitazione della materia; i razzi vivi di mezzo parvero più corti di ieri sera e l'arco stesso era tronco dalla parte destra, (cioè australe), (v. fig 5) Il nucleo era sempre sfumato, e fu trovato di 4''09 coll'ingr di 400 volte, e con 600 era ridotto a 2''75, e avendo provato (giacchè l'aria era ottima) l'ingrandimento di 1000 volte, tutta la sua massa si risolvette in una sfumatissima nebbia di 2'' al più di diametro, che appena riteneva solo i contorni principali del globetto e del ventaglio (1). Ad occhio nudo questa sera apparve assai bene la struttura della coda, e si riconobbe facilmente esser veramente doppia, cioè composta di un ampio pennacchio largo 4° (v fig 2) leggermente inflesso verso ponente che arrivava fino a $\varkappa$ del Dragone dove lasciava un angolo quasi oscuro tra le due code; la coda lunga e stretta vedevasi nettamente prolungata in linea retta dentro l'altro fiocco, da cui distinguevasi benissimo per la sua direzione assolutamente rettilinea, mentre le liste dell'altra erano curve, e per la maggior vivacità del lume

(1) V fig 10 Quanto non sarebbero stati sorpresi al vedere così ridotta la cometa quelli che credevano che nel gran refrattore si sarebbe potuto vedere un sole o almeno una luna!

Questa osservazione anzi che a cielo aperto riusciva molto meglio dal fondo di un cortile chiuso, e tutto oscuro, donde godevasi, la vista quasi esclusiva della parte di cielo occupata dalla cometa La coda sottile ci parve al primo aspetto inflessa verso levante, ma si riconobbe esser questo errore di prospettiva, e il corso delle stelle tra cui passava sul globo fece vedere che essa pure era inflessa leggermente all'occidente.

Nella sera del 3 luglio una stella di 7ª e $\frac{1}{2}$ passò così vicina al nucleo della cometa che io nutriva speranza di vederla passare dietro di esso, il che sarebbe stato un fenomeno di valore incalcolabile, per decidere della sua trasparenza: ma essa passò soltanto a 61,″ 95, di distanza: avendo però attraversato la nebbia più lucida senza perder altro del suo splendore che quanto poteva aspettarsi dal chiarore del campo, restò confermata anche in sì grande vicinanza la tenuità della materia cometaria. Di ciò si ebbe più decisa prova la sera seguente del 4, in cui una stellina anche più piccola, cioè di 9ª grandezza passò precisamente attraverso uno de' raggi lucidi più vivaci senza perder altra luce, che quanto avrebbe perduto passando nel campo egualmente illuminato del telescopio. La nebulosità da questa sera del 3 in poi perdette le forme indicate di sopra: l'alone o paraboloide divenne affatto indeciso e si vide una massa di nebbia contornante i raggi divisa in due presso al vertice, come due ali di uccello (v. fig 6) Poco cambiò in appresso fino al giorno 13 luglio in cui perdè ogni forma terminata da limite definibile e il nucleo si ridusse ad un punto comparabile ad

una stelletta, onde ogni suo diametro riusciva impossibile a misurarsi, era però fornito di una luce assai viva con una nebulosità mal definita e un raggetto più vivo dalla parte boreale (v. fig 14)

La coda ad occhio nudo continuò a mostrare mutazioni importanti: nel 3 la sua estremità passava pel sito medesimo del giorno precedente, e vedevasi talora a levante un debole getto di luce estremamente sfumato, ma notabilissimo e ben chiaro era l'andamento curvilineo della porzione più larga e più breve Ai 4 le due code apparvero affatto separate, ed era svanita quella specie di convessità che avea mostrata la 1ª coda verso levante; la quale era dovuta unicamente alla porzione convessa della coda larga, onde questa svanì, quando la coda lunga e dritta fu separata affatto da essa: la larga appariva assai più debole nel mezzo, e la estremità della lunga continuò per più sere a passare presso α Ofiuco che parve suo perno di moto: era lunga 80° Determinando su di un globo la direzione delle code rapporto al piano che passa per la cometa e pel sole, si trovò che l'asse della coda lunga deviava di 6° e della larga di 17°

La sera del 9 la massima lunghezza era ridotta a 33° soltanto, ma conservava tuttora la sua caratteristica forma, finchè venuta la Luna fu impossibile farne più misure; allontanata questa ai 26 si trovò esser ridotta a 4° di lunghezza e la testa ad una semplice nebulosità eccentrica al nucleo, e sfumatissima, del diametro di circa 13′ In questo stato si vede pure ora nel cannocchiale, ma la sua coda è immensamente diminuita e non arrivava la sera del

31 luglio che a 3° in un cercatore marinaresco e il 7 agosto a 1°. La chioma è irregolare e quasi falcata, e ora si conserva ancor tale benchè debolissima

Tale è la storia delle fasi principali per cui è passata questa strepitosa cometa , la quale avendo sfoggiato di sua grandezza ne' primi momenti, presto si ridusse ad un oggetto di completa indifferenza, lasciando solo alla scienza l'ufficio di dar ragione di sì strane apparenze , di sì rapido corso , di sì mutabili forme, che sembrano gettare in cielo il fantastico ideale che spesso governa il povero genere umano La spiegazione della massima parte di queste bizzarrie dipende dalla cognizione precisa del corso della cometa rapporto al sole ed alla terra, ossia dalla cognizione della sua orbita, della quale ora passeremo a parlare

Elementi dell'orbita della cometa

Tra i più belli trionfi di cui possa gloriarsi l'umano intelletto , il più sorprendente e il più sublime è quello che si verifica ogni qualvolta da poche osservazioni di un astro novello, l'astronomo può definirne il corso totale, determinarne la distanza, predirne il ritorno Questo problema racchiude in compendio tutta la scienza degli astri . esso è il trionfo della teoria che fissò le leggi fisiche de' moti celesti: è il trionfo della pratica, la quale riuscì a dare le posizioni de' corpi colla precisione necessaria al geometra ; ed è perfino il trionfo della meccanica che riuscì a costruire strumenti di tale esattezza che a tanto siano sufficienti. Se noi ci riportiamo anche solo un secolo addietro, vedremo i laboriosi sforzi

che i più forti ingegni facevano lottando contro le insuperabili difficoltà che questo problema presentava, e resteremo sorpresi al vedere come oggidì la sua soluzione sia ridotta a tale facilità che tre semplici osservazioni, e un certo calcolo bastino a darne una prima approssimazione Tuttavia anche quì l'umana capacità ha un limite, che il pubblico mostra di ignorare, allorchè al primo apparire dell'astro importuna gli astronomi con indiscrete dimande Bastano è vero tre semplici osservazioni a fissare l'orbita dell'astro, ma queste devono esser separate da certo intervallo di tempo, e la ragione si è, perchè essendo la soluzione di questo problema un caso di vera triangolazione , in cui si prende necessariamente tra le altre basi lo spazio percorso dalla terra nell' intervallo delle osservazioni estreme , più questo sarà esteso, più accurati riusciranno i calcoli, ed un intervallo di due giorni è indispensabile per aver qualche fiducia nel risultato ; ma in generale non può sperarsi orbita ben sicura che dal complesso di almeno 7 o 8 giorni di tempo, e ciò anche ammettendo che l'astro non ci si presenti in certe posizioni eccezionali Nulla dirò poi del predirne il ritorno, che se è facile pei pianeti, parlandosi di comete bisogna osservarle per un arco lunghissimo , correggere le posizioni dall'effetto delle perturbazioni degli altri pianeti, e per lo più non vi si riesce che dopo averne veduto almeno una volta il ritorno.

Bastino dunque questi cenni a fare accorti come gli astronomi non possono risponder subito a tanti quesiti al primo apparire della cometa , e molto meno non è da meravigliarsi se non siano da essi

prevedute Passati però alcuni giorni può rispondersi con sufficiente precisione, come già non mancammo di fare al suo tempo colle debite riserve. Rilevasi dunque da questi calcoli che la cometa attuale è nuova: cioè, che non è veruna di quelle di cui si aspetta il ritorno, e di cui siansi calcolate le orbite (1) Ciò però non vuol dire che essa sia formazione novella, e non mai comparsa: le comete tutte descrivono ellissi attorno al sole, e se noi parliamo di orbite paraboliche, ciò è solo perchè queste ellissi essendo allungatissime, nel piccolo arco che ci è dato di misurare, pochissimo o nulla si scostano dalla parabola Quindi il loro periodo è estremamente lungo Quella del 1858 detta di Donati impiegherebbe 2338 anni (2) e si allontana dal sole 50 volte più che Nettuno (cioè 176 più che la terra),quella del 1811 si scostava 15 volte quanto Nettuno! ed altre molte assai più Non è possibile determinare periodi di tal lunghezza fuor che quando si hanno buone osservazioni di due o più ritorni consecutivi; ora se riflettiamo che gli antichi non ci hanno punto trasmesse osservazioni precise delle comete da loro vedute, ma solo vaghe indicazioni, che non è ancora un paio di secoli che si calcolano orbite, e che le comete invece a lungo corso ne impiegano almeno 10 o 12 a fare il loro

---

(1) Son parecchi anni che si va aspettando quella detta di Carlo V, e, come tutte quelle comparse da allora in poi, così questa fu subito creduta essa da chi non era astronomo, il calcolo li ha smentiti, e li smentirà più volte ancora, ma essi seguiranno coraggiosamente ad aver pazienza e ad aspettarne il ritorno!

(2) Searle *Gould astr journal* vol. V p 188

giro, vedremo che ben poche volte possiamo determinare questo elemento e per la presente cometa nulla possiamo finora asserire. Ma da ciò non segue che esse vadano a perdersi in curve indefinite nello spazio, poichè l'intervallo che separa il nostro sole dalla stella più vicina, ossia limita il suo regno rapporto a soli vicini, è almeno 1175 volte più ampio che lo spazio percorso dalla cometa Donati, e una cometa che arrivasse al limite dell'attrazione tra il sole e la stella più vicina supponibile ragionevolmente, impiegherebbe nel suo giro 100 milioni di anni! È poi facile capire che quando si tratta di tali immense lontananze di tempo, assai scema l'importanza del soggetto, non essendo probabile che a quelle remote generazioni arrivino i nostri lavori, che poi facilmente potrebbero esser frustrati o dal ritornare la cometa di giorno, o dal passare troppo lontana dalla terra, o dall'esser fortemente perturbata da altri pianeti nel suo viaggio, come accade spesso in quelle a breve periodo Quindi le comete riconosciute per periodiche sono pochissime, cioè sei o sette al più, e quella di periodo più lungo è quella di Halley che non impiega che 75 anni per fare la sua orbita Per riconoscere dunque l'identità di una cometa non può servire la durata della rivoluzione , ma non mancano altri elementi. Assumendo anche per una prima approssimazione che l'orbita sia una parabola, la posizione del piano di questa curva nello spazio deve esser costante per una stessa cometa (salve le perturbazioni che non sempre sono poca cosa) Quindi gli elementi che lo determinano, cioè la sua *inclinazione* al piano dell'orbita terrestre, e il *nodo*, ossia il luogo ove esso piano

taglia l'eclittica, devono trovarsi identici Inoltre la collocazione della curva nel suo piano, ossia la direzione del suo asse deve pure restare costante, elemento che gli astronomi chiamano *longitudine del perielio* finalmente la stessa orbita deve avere il suo vertice a identica distanza dal sole, ossia la *distanza perielia* deve esser la stessa ora questi elementi nella cometa attuale sono tutti diversi da quelli che abbiamo nel catalogo delle 225 comete calcolate finora Essi sono i seguenti fondati su un arco di 40 giorni di osservazioni dal sig Seeling:

Tempo del passaggio al Perielio tempo medio di Roma 11 Giugno	$18^h 35^m 21^s$
Longitudine del perielio	249° 19′ 7″9
Long del Nodo asc .	278 59 9 5
Inclinazione .	85 35 24 3
Distanza perielia	0, 82203
Moto Diretto.	

(Eq med 1 luglio 1861)

Quest'orbita è singolare per la sua grande inclinazione al piano dell'orbita terrestre che gli si trova quasi perpendicolare la sua distanza perielia è assai grande cioè maggiore della distanza di Venere dal sole Essa dunque non è passata tanto vicina al Sole quanto l'immensa sua coda e il rapido suo moto poteva far credere ne' primi giorni. Tutta la grandezza che allora mostrò dipendeva dalla distanza alla terra, la quale è stata piccolissima e la prima sera, del 30 giugno, la cometa trovavasi tra il sole e noi distante dalla terra non più che 0,132 ossia $^1/_8$ della distanza della terra al sole, cioè circa 11 milioni di

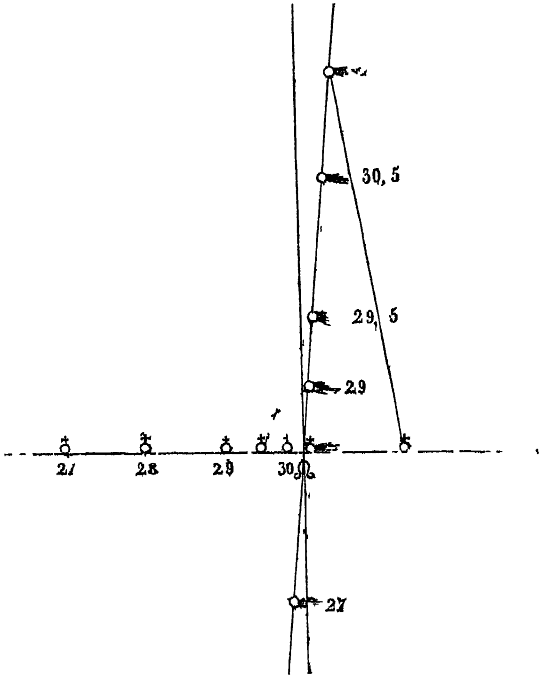
miglia. Questo à accaduto per la singolare combinazione che l'intersezione del piano dell'orbita della cometa con quella della terra accade precisamente nel luogo occupato dalla terra il giorno 30 giugno a 9 pm circa, e la cometa stessa si trovò nella medesima intersezione due giorni prima, cioè ai 28 giugno alle 5 pom. quando la terra ne era distante 2° e 4′ quindi un osservatore collocato nel sole avrebbe potuto vedere i due corpi vicinissimi Il rapido moto della cometa nei primi giorni, con cui percorse fino a 10 gradi al giorno è pure una conseguenza della stessa vicinanza, ma è ben lungi dall'essere straordinario La cometa del 1472 in 24 ore percorse 120°

È facile dietro questi elementi fissare le dimensioni dell'astro Abbiamo detto che la cometa avea realmente due code · la più ampia era lunga circa 9 milioni di miglia e la più lunga cioè quella del gran raggio era 20 milioni. il diametro trasversale della maggiore 622000 miglia (1). La lunga coda estendevasi dunque assai più che non l'orbita terrestre, e siccome, la coda delle comete è sempre opposta al sole, ne segue che essa era questa volta diretta verso la terra, onde si è sospettato che ci siamo potuti trovare involti nella sua atmosfera il giorno 30, quando la terra attraversava il piano dell'orbita cometaria

La fig A qui sotto fa vedere il corso relativo della terra ♁ e della sezione della coda ♂ alla distanza della terra dal sole, supposto che essa sia sul pro–

(1) Intenderemo sempre il miglio geografico italiano di 1853 metri

fig. A.



lungamento del raggio vettore e la fig B fa vedere la posizione relativa in cui si trovavano la terra, il sole e la cometa nel piano dell'orbita della cometa stessa, quando la terra vi passò il 30 giugno.

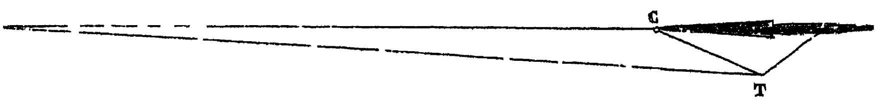


fig B

Da questa figura si vede che se la coda era diretta secondo il raggio, essa passò assai di sopra della terra, ad una distanza 0,025 ossia di 2 milioni e 75000 di miglia, anche considerando le parti più vicine Ma il dubbio nasce da ciò che la coda non sempre sta sul prolungamento del raggio vettore, ma

si piega verso la parte che ha già percorso la cometa: quella del 1811 se ne allontanava 12°; quella di Donati ne deviava alla testa di 12° e tutti ne conoscono la forma curva che avea, onde se la coda della nostra fosse stata curva e deviante dal raggio vettore, essa poteva benissimo venire a toccare la terra, se non colla porzione larga e viva, poichè questa non poteva arrivarvi nemmeno colla sua più diffusa estremità visibile, almeno col razzo lungo 118° L'inflessione necessaria a ciò può calcolarsi, e si trova aver dovuto essere 27° almeno ora le osservazioni sono ben lungi dal confermare questa deviazione La posizione della terra nei primi giorni era sfavorevolissima a poter giudicare di tale deviazione, trovandosi allora vicinissima al piano stesso dell' orbita cometaria, ma essendosene scostata, si è veduto che la deviazione della coda dal raggio vettore è incomparabilmente più piccola di questa quantità, e che per la lunga non può superare 10° Non poteva adunque la coda investire la terra, e la luce che taluno crede avere osservato la sera del 30 è dovuta a tutt' altra cagione, nè qui in Roma se ne vide altra che quella della coda stessa La massima vicinanza fu presso al giorno 29, ma allora la coda non era diretta verso la terra. Che se pure taluno volesse deliziarsi nella idea di tale scontro, diremmo che noi non ce ne siamo accorti, nè potevamo accorgercene, tanta essendo la rarezza di quella materia che forma le code, che la terra poteva impunemente attraversarla, tutto al più appropriandosene un tantino; e non è improbabile che malgrado la distanza essa l'abbia già fatto Ma che sarebbe avvenuto da que-

sto? Un infinitesimo di più di materia nella nostra atmosfera, e non altro, che è quanto probabilmente avviene per qualche stella cadente

Altrettanto però non potrebbe dirsi se la terra venisse ad incontrare il nucleo, il quale benchè non solido e perciò non tale da spezzarla, potrebbe però produrre non piacevoli conseguenza

La rapida diminuzione della coda è derivata fino al giorno 9 dal solo aumento della distanza, ma dopo quell'epoca cominciò a diminuire effettivamente

Massa e densità della Cometa

La teoria ci dà il modo da determinare le dimensioni del nucleo e la sua massa il calcolo delle misure fatte ci dà:

1 luglio	3^h	ant	diam vero del nucleo·	miglia	548 3
detto	9^h	pom	. .	»	348 6
2 luglio	10^h	pom	. . ·	»	246 9

Una conseguenza importante si ricava da queste cifre, ed è, che il diametro del nucleo, e quindi il suo volume andava diminuendo al crescere della sua distanza dal sole, e ciò in una ragione rapidissima (1). In questo si ha evidentemente un effetto del raffreddamento, dovuto all'allontanarsi della cometa dal sole, ma ciò è non poco singolare, perchè in altri casi si è veduto il nucleo aumentare allontanandosi da quello. Però se il nucleo è diminuito, è assai cresciuta la

(1) Ho cercato se in tale diminuzione vi era qualche legge in rapporto delle distanze, non ne ho trovata alcuna soddisfacente

nebulosità generale che lo inviluppa, come suole accadere generalmente in tutte le comete La mattina del 1 luglio la lunghezza de' getti era 6275 miglia, e il raggio del paraboloide 10,424 e il resto della nebulosità può valutarsi circa al doppio, o 21000 miglia; nella sera del 2 luglio il raggio della nebulosità sottendeva un angolo di 10′ e il suo diametro reale era 37,400 miglia, ai 22 dello stesso mese sottendeva 4′ ed era 64,500 miglia, finalmente la sera del primo agosto il suo diametro apparente era di 3′21″ e il reale trovasi 81350 miglia geografiche (di 60 al grado) Si vede adunque un grande aumento nella nebulosità a detrimento della coda, che la sera del 26 non sottendeva che tre gradi, mentre avrebbe dovuto sottendere almeno venti se si fosse conservata costante e la sera del 1° agosto erasi ridotta appena a 2° in un cercatore di molta forza, e ad occhio nudo era appena 1° L'aumento della nebulosità con quello della distanza dal sole è uno dei fenomeni più costanti, e non ancora bene spiegati delle comete esso fu attribuito dal sig Walz alla diminuzione della pressione dell'etere, ma pare dovuto ad altra cagione Tale aumento in alcune fu trovato essere assai regolare. nella cometa di Halley nel 1835, che presentò un contorno regolare è deciso, Herschel lo vide essere di 21″ al giorno (1) La grande irrego-

(1) *Cape observ* pag 404 Aspettiamo con impazienza le osservazioni della cometa fatte prima del passaggio al perielio per vedere che fenomeni ha presentato Il P Cappelletti scrive dal Chilì che la cometa presentava nel mezzo della coda una lista lucida quanto la testa, e lunga $^{1}/_{3}$ della coda stessa, e che questa da γ Eridano arrivava ad α (Archenar), ed ebbe la massima luce il 13

larità dell' inviluppo nella cometa presente non ha permesso le ricerche che ci proponevamo di fare

Dalle misure del nucleo e dell' atmosfera può arrivarsi a qualche cognizione sulla massa, la quale è importante sapere per apprezzare l'effetto che l'urto di una cometa potrebbe produrre sulla terra Sono note le sranezze spacciate a questo proposito, noi lungi dall'applaudirli diremo soltanto che la scienza ci avverte che tale scontro non potrebbe esser così innocuo come taluno ha creduto Assumendo per certa la regola data dal Calandrelli (1) ripetuta poscia

(1) *Opuscoli astronomici della specola del Coll Rom* 1807 La regola suddetta e questa misurato che siasi il diametro apparente della nebulosita, si calcoli il suo raggio vero r sapendo la distanza della cometa al sole a, si ha l'equazione

$$r = a\sqrt[3]{\frac{\mu}{2}}$$

donde si cava μ che è la massa cometizia Questa formola suppone che r sia il raggio in cui la sfera di azione della cometa e uguale a quella del sole, ma è difficile definire se debba essa collocarsi al limite della nebulosita estrema o di quello che diciamo nucleo, o di altro di quegli inviluppi che circondano i raggi E provato che prendendo tutta la nebulosita, la massa viene esagerata, ma prendendo la superficie dal nucleo, si ha un valor minimo, sotto il quale non sembra poter discendere quindi il primo limite l'abbiamo definito colle misure del nucleo , l' altro colle misure dell' inviluppo paraboloidale prese nella mattina del 1° luglio, sembrandoci probabile che l'azione della cometa possa estendersi fino a quella superficie in cui la sua massa pel raffreddamento riveste quella forma, la quale sembra indicare una deposizione regolare della materia verso il nucleo (V. Herschel *Cape Observ* Ch V pag 406) Da questa incertezza provengono i limiti così vaghi, de'quali uno e nientemeno che 28 mila più grande dell'altro – Roche Annales de l'Obs de Paris T V

dal Roche per determinare la massa delle comete dietro la misura delle atmosfere, si trova che la cometa attuale non può avere una massa minore di quella che formano 56 miglia cube di acqua, e questa cifra devesi riguardare come un limite inferiore, sotto al quale difficilmente può discendere; il limite superiore poi oltre il quale non può salire, è circa 2 milionesimi del globo terrestre Nel primo caso sarebbe di poca importanza per modificare lo stato della terra,ma pure saria capace di portare qualche trista conseguenza, nel secondo, essendo eguale a due volte circa la massa dell'atmosfera terrestre, non sarebbe punto innocua se venisse a investirci, potendo essa facilmente alterare affatto la costituzione fisica della nostra atmosfera e variare il livello de' mari È noto infatti che l'intera massa atmosferica equivale ad uno strato di acqua di 10 metri di altezza, se pertanto la cometa supposta il doppio, venisse a fondersi sulla terra, (in ipotesi che fosse tutta di acqua) eleverebbe il livello de' mari di 20 metri, e anche più, avuto riguardo alla parte del globo coperta dai continenti Di un tale scontro, noi non ardiremo negare assolutamente la possibilità, come taluno ha fatto, perchè se esso è poco probabile, per una determinata cometa, atteso però il loro gran numero (1), la cosa non può dirsi impossibile: però nulla finora ci autorizza a crederlo imminente, e per le comete che conosciamo può dirsi certamente assai poco probabile. Solo l'infinita Provvidenza che tutto ordinò al ben essere dell'uomo e alla sua conservazione, può sapere se

(1) Il numero medio delle comete comparse dacchè si cercano cogli strumenti è di 4, a 6 all'anno

tal catastrofe sia preparata, ma la sua eventualità non è punto diversa da quella che possa immaginarsi per un vulcano che venisse a scoppiare nel punto del globo che noi abitiamo, la quale certo non disturba i sonni di alcuno

Dietro le dimensioni e la massa del nucleo e dell'atmosfera si possono calcolare le rispettive densità Assumendo il limite superiore della massa, la sua densità risulta appena 16 volte quella dell'aria atmosferica (1) e si troverebbe 1800 volte minore dell'aria stessa adottando il limite infimo Questi limiti sono certo enormemente distanti, ma non è poco il poter saperli. Assai più rara poi è la nebulosità questa nella sera del 1° luglio avea un diametro eguale a 3 volte almeno quello della terra e la densità media complessiva di essa e del nucleo trovasi appena 2 millesimi dell'aria (2) vale a dire appena quanto l'aria più rarefatta nelle nostre migliori macchine pneumatiche Nulla dirò della coda la quale benchè immensa nella estensione non ha densità valutabile tanto è esile.

Benchè minima questa densità pur essa può dirsi non punto straordinaria riferita alla stato della materia cosmica che secondo alcuni dovette precedere la formazione dei pianeti, onde potrebbe dare origine a un corpo considerabile se venisse raccolta in piccolo spazio Basta riflettere che se la terra fosse dilatata anche solo fino alla luna, essa diverebbe un corpo di una tenuità pari a $^{1}/_{51}$ dell'aria ordinaria anzi se la massa

---

(1) Cioè $^{1}/_{45}$ dell'acqua

(2) Equivalente all'aria sotto una pressione di $^{2}/_{10}$ di millimetro

stessa solare si dilatasse non più che fino alla nostra terra, esso diverebbe un corpo della densità appena di 16 milionesimi dell'aria! Che diverrebbe dilatato fino a Nettuno?

Altre particolarità della cometa

Più importante per la scienza è l'esame di alcuni fatti che sembrano poter condurre più direttamente alla cognizione fisica delle comete

Il primo è se la cometa avesse luce propria o lume meramente riflesso La scienza possiede ora i mezzi da decidere la questione dal lato affermativo, ogni volta che si verificano certi fonomeni ottici detti di polarizzazione ma mancando questi nulla può più asserirsi, e la luce può esser propria, ma può anche esser imprestata e solo diffusa Nella sera del 1 luglio la luce della nebulosità era fortemente polarizzata, è potè anche definirsi col semplice polariscopio a striscie esser il piano di polarizzazione vicino al piano passante pel sole, ma non coincidente con esso, cioè distante 32°. lo stesso si verificava per la coda ad occhio nudo ma il nucleo questa prima sera non presentava traccia alcuna di polarizzazione Da ciò si conclude che la luce della nebulosità era riflessa, ma non può dirsi che il nucleo avesse luce propria, perchè anche le nubi nostre mentre diffondono la luce solare non la polarizzano Si è sospettato esser stato incandescente il nucleo di alcune comete accostatesi assai al sole, come quella di Newton nel 1680 e quella del 1843, le cui temperature doveano essere superiori a quella della fusione del ferro e del platino, ma sembra non potersi dire lo stesso della presente con sicurezza, atteso, che non

si è accostata al sole più che Venere, cioè ad una intensità di raggi solari appena doppia della terra Onde se la sua materia non era di natura più infiammabile di quella che conosciamo , tale ipotesi pare poco probabile

Quel che è certo però si e, che noi vedevamo il nucleo per trasparenza, o piuttosto per diffusione, come si vede illuminato un ammasso di polveri o di fumo Infatti nella mattina del 1° luglio esso era quasi perfettamente rotondo (v sopra): ora se esso fosse stato un globo opaco, non avrebbe potuto comparir di quella forma, ma attesa la posizione in cui era collocato cioè tra il sole e noi, dovea vedersi falcato come Venere, e Mercurio, e presentare una fase larga $^1/_7$ del diametro (1) Ora nulla di ciò si verificava, e la piccola compressione osservata devesi ad altra causa attribuire I getti di luce e gli archi paraboloidali sono fenomeni affatto diversi dalle fasi, e pare che le mezze lune, gli archi ecc. creduti *fasi* dagli antichi debbano classificarsi tra i getti luminosi accennati di sopra e non altro Lo stesso si rileva dalla nessuna ombra che esso lasciava dietro di sè: è vero che la sera del 3 luglio era dietro di esso uno spazio scuro, ma questo non era ombra, perchè la sua direzione non combina colla direzione opposta al sole con cui faceva un angolo di 44 ° (2) Non deve poi sorprendere che esso fosse trasparente, perchè abbiamo ve-

(1) L'angolo fatto allora dalla visuale col raggio solare al centro della cometa era 153°

(2) Boscovich osservò lo stesso nella com del 1744 op Tom III pag 365

duto quanto piccola fosse la sua densità Onde probabilmente sarebbesi potuta vedere una stella attraverso il nucleo, come io la vidi attraverso il centro della cometa di Biela nel 1851.

Si è cercato se le comete avessero moto di rotazione, ma nulla si è potuto definire Bessel osservò una variazione nella direzione dei getti della cometa di Halley rapporto al circolo condotto pel sole. Una simile variazione hanno mostrato i getti di luce della nostra ; così il getto centrale che faceva col sole un angolo di — 25° la sera del 1 luglio, lo faceva di —17° la sera del 2; di —8 la sera 4, e di + 5 la sera dell'8 luglio. Quantunque una parte di queste mutazioni sia meramente apparente per il cambiamento di luogo dell'osservatore, pure è impossibile spiegare tutto con questi principii e una porzione di tali moti è reale e indica una lenta rotazione. Abbiamo già fatto osservare che la lunga coda era il prolungamento del getto boreale dal quale la materia pareva slanciarsi con maggior forza.

Ma qual è la cagione per cui la materia della cometa si diffonde a così immensa distanza? in che differiscono esse dai pianeti? quel è l'origine di queste maravigliosi appendici? Qui ci troviamo condotti alla parte più difficile del tema, e precisamente a quelle grandi questioni fisiche annunziatevi da principio

Formazione delle code delle comete

Quanto noi conosciamo della materia tutto lo tiriamo dalla sperienza ordinaria, e per ciò che è fuori di questa sfera noi non possiamo sentenziare

che congetturando. Ora le comete sembrano decisamente corpi posti in condizioni differenti da quelle in cui si trovano i corpi che formano i pianeti questi oltre alla forza di gravità, sono regolati dalle leggi della coesione, che li rende opachi e densi, e le comete paiono invece congerie di materia disgregata e sciolta, piuttosto analoga agli ammassi di polveri che ai liquidi o ai gas Esse infatti riflettono e polarizzano la luce come i fumi o i gas e gli ammassi di polveri e si veggono come essi per riflessione e trasmissione o diffusione ma non esercitano rifrazione propriamente detta (1) Ora ci è ignoto quale influenza possano avere le forze fisiche su corpi di tal natura, e ridotti a sì estrema radezza, e appena possiamo congetturarlo dai fatti non ha guari scoperti delle luci elettriche nel vuoto Una debole corrente elettrica che nel pieno non ha effetto alcuno, in questo vuoto svolge una luce sorprendente , e mostra le pulsazioni del suo moto discontinuo tra quella tenuissima materia. Ivi succedono decomposizioni chimiche e disgregazioni di cui non abbiamo fatti analoghi alla pressione ordinaria (2). Ma questi non ci danno che una debole idea di ciò che possa una forza fisica nelle circostanze in cui manca solo la pressione atmosferica, e ove pure domina sì forte la gravità, che sarà poi ove anche questa venga a mancare? Compensando la gravità con ingegnosi artifici (giacchè non

---

(1) Bessel, Mem cit § VII Nella sera del 3 luglio mentre una stella passava vicina alla nostra cometa, fu misurata incessantemente la distanza nell'accostarsi e scostarsi , ma le osservazioni fecero vedere essere il suo corso una linea assolutamente retta

(2) Vedi i bei lavori di Gassiot e Grove nella transaz. filosof

possiamo distruggerla) si veggono mirabili effetti tra le forze moleculari, che nelle comuni circostanze non possono avverarsi (1) Nello spazio planetario e attorno le comete ove minime sono la pressione, la densità e la gravità, noi non possiamo formarci una idea adequata di ciò che sia per accadere sulla materia al variare degli agenti esteriori Quel che possiamo dire di certo si è, che nel sole risiede l'azione che sviluppa quei grandi strascichi delle comete, e che ne muta le forme, perchè vediamo che questi effetti vanno crescendo colla vicinanza a quell'astro Le comete quando vengono dalla profondità dello spazio sono di forma rotonda, e senza vestigio di coda, e solo mostrano nel centro un punto più denso e luminoso coll'accostarsi al sole, questo nucleo comincia a divenire eccentrico nell' atmosfera , si formano dalla sua parte diretta verso il sole de' getti di materia lucida i quali avanzatisi alquanto verso quest'astro, si vedono retrocedere come se fossero respinti da un soffio da esso emanante, e vanno a formare lo strascico della coda L' azione è evidentemente tumultuaria nell'accostarsi al sole, ma questa sembra cessare e trasformarsi in placido sedimento nell'allontanarsi da esso allora ai getti irregolari succedono inviluppi regolari, la materia sembra riassorbita dal nucleo donde partì, la coda si accorcia e svanisce, ed esse ritornano a stato di rotonda nebulosità

Questa in poche parole è la storia di ogni cometa variano le particolarità accidentali più o meno,

---

(1) V. i bei lavori di Plateau anche ora continuati nel *Cosmos* 1861 giugno e luglio

ma non varia la sostanza Or quale è la causa che determina sì fatta serie di fenomeni? Qui è dove giace il nodo della questione Io non pretenderò scioglierlo, ma dirò soltanto ciò che è stato imaginato a questo effetto. La questione può anche porsi in termini più precisi. I fenomeni delle comete sembrano indicare una forza procedente dal sole e tendente a respingere i getti emanati dal nucleo, e sollevantisi dalla sua massa Ora tal repulsione, 1° è essa vera e reale o mero ramente apparente? 2° Può il sole esercitare veramente una forza repulsiva, mentre sappiamo che esso è il centro appunto dell'attrazione che riconduce l'astro al suo perielio e lo sostiene nella sua orbita? 3° Tal forza per quali caratteri si distingue dalla gravità stessa e dalle altre forze note ?

Gli astronomi non sono tutti d'accordo su la risposta a questi quesiti quelli del secolo scorso preceduti da Newton, credettero di vedervi una mera ripulsione apparente quelli del secolo attuale capitanati da Olbers e Bessel sembrano invece tenersi per una repulsione reale L' idea che la coda sia un puro fenomeno ottico, o di luce pura è rigettata da tutti.

Il primo e più ovvio modo d'immaginare una ripulsione apparente è quello che ha origine dalla resistenza di un mezzo che si trova diffuso in tutto lo spazio celeste le comete come corpi leggieri, per l'ostacolo che esso loro oppone ne avrebbero facilmente staccate le particelle più leggieri, e queste seguitando più lentamente il moto del nucleo formerebbero la coda — Ma tale ipotesi è esclusa dal fatto che se le comete hanno la coda che le segue , a un dipresso secondo la linea del

moto, quando si accostano al sole, essa invece le precede quando da esso si allontanano, ed è ad angolo retto colla direzione del moto stesso nel perielio, giacchè, come abbiam detto, la direzione della coda è sempre opposta al sole e tutti hanno osservato che nella cometa attuale la coda precedeva la testa Tale circostanza è inesplicabile colla ipotesi di un mezzo resistente, il quale dovrebbe produrre una coda che seguisse il nucleo, e solo si può ad essa ricorrere per spiegare la curvatura delle code, benchè sia molto probabile che anche questo derivi da un altro principio. La resistenza del mezzo fu rigettata dal Newton stesso dietro la considerazione della enorme velocità con cui le particelle si allontanavano dal nucleo (1).

Keplero per spiegare le code delle comete ricorse ad una materia lieve e all' impulso de' raggi solari contro le particelle della cometa, ipotesi rinnovata nell'ultima parte da Eulero e Faye ed ammessa quasi senza eccezione dagli astronomi più distinti del secolo scorso, come Pingré e Delambre(1) Ma la materia delle comete non può esser *lieve*, e lo stesso Newton benchè fondatore del sistema della emissione luminosa, rigettò l'impulsione de'raggi lucidi, e a più forte ragione viene rigettata ora che si sa per certo esser la luce una oscillazione di un mezzo imponderabile, i cui tremori non possono generare moto traslatorio più che i nostri suoni non siano atti a trasportare i corpi pesanti

Un altro modo con cui può generarsi una ripul-

---

(1) Newton, Ph nat princ p 3, t III, p 2, pag 651 edit Le Seur et Jaquier

(2) Delambre, Astr T III p 401 Pingre, Cometogr T II, p 207

sione apparente per l'effetto di un mezzo, è la pressione idrostatica onde i corpi immersi in un fluido di densità maggiore della propria, tendono a salire alla sua superficie Immaginano alcuni il sole cinto da una vasta atmosfera di tenuissima sostanza la cui densità vada decrescendo dalla superficie dell'astro fino agli estremi degli spazi planetarii e la cui densità sia infinitamente minore di quella de' pianeti, ma possa esser maggiore di quella delle comete, onde alcune particelle di queste tenderebbero a salire in alto e allontanarsi dal centro, come appunto vediamo farsi dal fumo de' nostri camini Ma questa ipotesi non sembra potersi ammettere, perchè o questa atmosfera solare è di materia ponderabile, o eterea ed imponderabile se è della prima specie, come accade che noi non la vediamo, e che essa non ci riflette luce alcuna? Alcuni hanno creduto che potesse esser quella materia rarissima che forma la luce zodiacale: e la corona del sole ecclissato che questa esista non può negarsi, ma questa avrebbe un limite che molto non si estenderebbe al di là dell'orbita terrestre, e forse nemmeno lo tocca, ed è distesa nel piano dell' equatore solare: dunque in tal caso le code non dovrebbero apparire che quando le comete penetrano in questa atmosfera e quindi nessuna dovrebbero averne quelle che hanno il perielio fuori dell'orbita suddetta, e tardissimo la dovrebbero mostrare quelle che sono quasi perpendicolare all'ecclittica Ora si hanno de' fatti che provano le comete esser apparse fornite di coda anche prima di arrivare al limite di questa luce, come appunto l'attuale (1) Al-

---

(1) V Pingre, Cometogr T II, pag 205

All'azione di un tal mezzo può forse ascriversi l'acceleramento osservato nella cometa di Encke, e la curvatura delle code, ma sembra troppo attribuirvi la loro formazione.

Newton vide queste difficoltà, e per spiegare le code ammise che l'atmosfera solare fosse formata di materia eterea crescente in densità presso del sole, e che, pel contatto delle molecole cometarie riscaldata essa pure, cercasse salire ed allontanarsi dal centro dal sole, e in tal atto strascinasse seco la materia ponderabile della cometa, a quella guisa che l'aria calda de' nostri camini strascina seco le faville e le ceneri di essa più pesanti (1) L'ipotesi è ingegnosa, e degna di un Newton e tocca un punto delicatissimo della connessione tra la materia ponderabile e l'imponderabile, ma oltre la sua non piccola complicazione, vi è una grande difficoltà in contrario, che non sò se da altri sia stata avvertita. Questa, è che se l'etere fosse più denso in alcune distanze dal sole che in altre, la luce pure si propagherebbe con diversa celerità nelle varie parti del cielo, e l'aberrazione delle stelle che da questa dipende sarebbe variabile: ora questa essendosi trovata costante per tutte le parti, tale diversa densità non si può ammettere

Le precedenti ipotesi adunque imaginate per spiegare la formazione delle code sono insufficienti. Ma vi è di peggio, perchè se spiegano la formazione non si occupano del loro riassorbimento nè si tien conto del calore il quale entrando in mezzo deve grandemente influirvi.

---

(1) Newton loco cit

Per intender questo è mestieri premettere un principio di somma importanza in questa materia ed è il seguente Ciascuna particella dell'atmosfera della cometa è soggetta necessariamente a due forze· una di gravitazione verso il sole, che le è comune con quella che regge il nucleo, e l'altra di gravitazione verso il nucleo stesso ciascuna di queste forze è in ragione diretta delle masse, e inversa del quadrato delle distanze dal sole e dal nucleo Quindi esiste necessariamente una superficie intorno del nucleo in cui la sua attrazione eguaglia quella del sole, e fuori di essa questo prevale, ora la massa delle comete essendo minima rapporto a quella del sole ne segue che il limite di queste due forze è sempre vicinissimo al nucleo, e che a piccola distanza da esso la particella non ubbidisce che all'azione del sole come a forza principale Si è calcolato che supposto un massimo eccessivo di massa nella cometa di Halley (cioè $^1/_{5000}$ della massa terrestre), tal limite si trovava ad $^1/_{42240}$ della distanza della cometa al sole, che veduto dalla terra nella sua massima vicinanza, si estendeva appena ad $^1/_{10}$ della sua nebulosità (1). Le particelle del capellizio esteriore, e molto più quelle della cōda, sono dunque affatto indipendenti dal nucleo, e l'accompagnano solo per l'impulso comune che esse aveano al momento che uscirono dalla sua sfera di azione Ora trovandosi lanciate a sì immensa distanza, fuori della sua sfera, come vengono riassorbite ?

(1) Bessel mem cit § 11 L'angolo sotto il quale si sarebbe potuto vedere il raggio della sfera d'azione del nucleo era 23 $''$ e quello della nebulosità era 240 $''$

La causa determinante queste particelle ad uscire dalla sfera del nucleo è certamente il calor solare e può aggiungersi che se in queste minime densità le forze espansive agissero colle leggi che conosciamo pei corpi gassosi, la loro forza repulsiva sarebbe tanta che le comete dovrebbero disciogliersi affatto nello spazio Non pare adunque che fuori del calore si debba cercare altra cagione sufficiente per fare uscire le molecole dalla sfera di attrazione del nucleo Arrivati però a questo punto può cercarsi su qual linea si disporrebber nello spazio i punti così staccati dalla cometa i quali devono necessariamente esser animati da una velocità di proiezione diversa da quella che ha il nucleo per la forza di dilatazione che li staccò, e quindi devono proseguire la loro corsa in curve coniche di parametro diverso da quella descritta dal nucleo stesso (1) Tal problema non è

---

(1) Sia v la velocità di proiezione di un punto in una parabola di distanza perielia p ed ω l'angolo fatto dal raggio vettore r colla direzione dell' impulso diretto secondo la tangente della parabola nel luogo donde si slancia il punto si ha la relazione $v^2r^2\sin^2\omega = Kp$, essendo K una costante Se una molecola riceve un impulso dv, la mutazione del parametro sara $Kdp = 2vr^2\sin^2\omega\ dv$, quindi prescindendo anche dal diverso valore di ω che necessariamente varia ancor esso, nel caso nostro varierà il tempo del pass° al perielio applicando questo principio a una serie di parabole spettanti a ciascun punto separatosi dal nucleo, è facile vedere che dalla parte in cui la proiezione si fa dalla parte esterna dell'orbita si genera una coda, ma un'altra pure se ne dovrebbe generare dalla parte interna del sole Ora questa è mancante, o solo è apparsa in qualche caso (nel 1823) come eccezione Ma potrebbe dirsi che essa viene assorbita in certo modo dal nucleo che le corre appresso a mano a mano che si forma, come l'onda davanti a una prora di una nave però come potrebbe mancare questa coda nelle

stato sciolto ancora direttamente, ma ad occasione della cometa Donati, astronomi di somma autorità hanno discusso questo soggetto, e dai loro profondi studi sembra risultare evidente che se il calore può esser sufficiente a disgregare le masse, non potrebbe bastare a spiegare tutto il resto, e a dare tutta la forza impulsiva per cui formansi rapidamente sterminate code, nelle quali la materia è portata a grande distanza con velocità molte volte superiore a quella della gravità solare (1), e molto meno esso potrebbe rivolgerla indietro, e produrre que' getti arrovesciati che vediamo intorno ai nuclei delle comete, i quali in caso che la lor forma sia permanente (come sembra) ed esprima la traiettoria delle singole molecole, non può certo tutto spiegarsi col calore (2)

Ridotta la questione a tal punto, par necessario ammettere una forza repulsiva nel sole, ma per decidere la questione devesi tentare col calcolo di ridurre la sua azione a formole precise e confrontare i fatti colla teoria A chi ben lo considera il pro-

---

vicinanze del perielio ? e anche ammettendo che allora cessi affatto l'emissione dal nucleo, nell'allontanarsi la cometa dal sole i punti esterni della coda dovrebbero esser tanto ritardati da dare una enorme curvatura alla coda e una direzione affatto diversa da quella che comunemente si osserva

(1) Nella cometa Donati la velocita con cui crescevano le aureole dalla parte del sole era 19 metri per secondo, ma la coda cresceva 32500 metri nel med tempo (Faye C R T XLVII p 845

(2) Dico così, perche i getti potrebbero essere una forma meramente apparente prodotta non dalle curve descritte da ciascuna molecola, ma dalla intersezione delle linee rette che descrivono le molecole slanciatesi intorno al nucleo, come le caustiche con cui hanno grande somiglianza.

blema è più arduo che communente non si crede, e quel che più deve avvertirsi è, che il calcolo non può pronunziare altro, *se non che le cose accadono come se vi fosse tal ripulsione*, ma se essa sia reale o apparente, ciò esso non lo potrà decidere, a quella guisa appunto che il calcolo non decide su la natura della gravità se essa sia dovuta ad un principio di pressione o ad altra azione, ma solo dice che l'accelerazione verso i centri di massa è in ragione inversa de'quadrati delle distanze Questo è lo stato della questione e sono appunto i tentativi fatti a questo proposito che passo ad esporre

Ipotesi delle forze repulsive

Il primo ed ammettere una forza repulsiva, diversa dall' impulso meccanico di Keplero, fu Olbers; ma quello che ne formulò la teoria in modo geometrico fu Bessel nella più volte citata memoria Però esso non potè sciogliere il problema che approssimativamente, nè fa meraviglia, perchè esso nella sua generalità è superiore all'analisi. Però considerando solo i punti collocati a grande distanza dal nucleo, cercò la curva su cui doveano disporsi le molecole supponendole animate dalla gravità verso il sole, dalla forza di proiezione attorno di esso quale aveano quando uscirono dalla sfera del nucleo, e da una forza ripulsiva incognita lasciata indeterminata, la cui natura ed intensità dovea rilevarsi dal confronto de' fenomeni colle osservazioni Egli assegnò le equazioni delle coordinate di questa curva, che trovò dovere aver parametro diverso

secondo la direzione con cui le molecole uscivano dall'atmosfera, e però diè ragione della larghezza delle code e condusse l'analisi a tal punto che conoscendo la lor deviazione dal raggio vettore condotto dal sole alla cometa, poteva rilevarsi la natura ed intensità della forza repulsiva Questa per la cometa di Halley nel 1835 fu trovata esser eguale a —1,8 della attrazione solare, ma diretta in senso opposto Questo era un passo importante che porgeva occasione da verificare in modo definitivo la teoria di queste forze, e fece vedere l' importanza che aveano per essa le osservazioni della direzione delle code , e le loro forme, cose troppo neglette fino allora ma nel medesimo tempo apparve la difficoltà del soggetto e la teoria dovea saggiarsi su di altre comete

Opportuna venne perciò la grande cometa Donati, e il sig Pape vi applicò le regole di Bessel (1), ma vi trovò grandi difficoltà La sua doppia coda (2) e il suo angolo variabile per la sua curvatura, dava dei valori enormi della forza repulsiva, e non costanti, e si vide la necessita di tener conto di quantità trascurate da Bessel La variabilità della forza repulsiva, che per questa cometa sarebbe stata da +0,62 a — 5,31, e diversa per le diverse sue code, non farebbe seria difficoltà, potendo ciò dipendere semplicemente dall'agire essa in ragione diversa del quadrato delle distanze, il che non e impossibile in forze di tal ge-

---

(1) Astr Nach N° 1174

(2) La cometa del 1858 avea oltre la coda larga un altra tenuissima e pari a un debole filetto quasi rettilineo per queste due code la forza repulsiva si trova sommamente diversa L'atttuale ne avea due come più volte ho accennato

nere Di più la forza repulsiva potrebbe variare colla diversa qualità specifica delle materie, come variano le dilatazioni e i calori specifici, e così aversi diversi getti e diverse code variamente inclinate

Il prof Americano sig Pierce ha ripigliato nella sua semplicità il problema di Olbers, ed ha cercato di risolverlo in altra via più empirica Posta una molecola soggetta ad una forza repulsiva derivante del sole, essa deve descrivere un ramo iperbolico avente il sole nel fuoco dell'altra curva coniugata, ha dunque cercato da qual forza dovrebbe essere animata una parte di molecole per formare la coda come si vedeva nella cometa Donati I suoi calcoli lo conducono ad una forza repulsiva pari a $-1\frac{1}{2}$ della gravità solare e con ciò sparirebbe la variabilità trovata da Pape (*Gould* astr. journal n° 120-127).

Finalmente il sig Roche considerando che tutti questi tentativi sempre supponevano che le molecole fossero a grande distanza dal nucleo, ha cercato con una ingegnosa analisi di stabilire quali sieno le forme di equilibrio degli strati atmosferici cometarii, 1° in ipotesi della sola gravità 2° coll'ipotesi di una forza ripellente 3° con quella di un mezzo resistente Risulta dalla sua analisi (1) che per la sola gravità le atmosfere cometarie devono allungarsi tanto dalla parte del sole che dall'opposta, il che essendo contrario all'osservazione mostra che la gravità sola non basta a spiegare le forme delle comete La seconda ipotesi delle forze repulsive dà forme molto analoghe a quelle che realmente

---

(1) Annales de l'obs de Paris Tom V, pag 376

si osservano, e specialmente spiega l'esistenza di uno strascico di coda unico offerto comunemente La 3ª pure combina in questo risultato, ma i motivi sopra accennati par escludere il mezzo resistente, sembrano militare contro questa ipotesi

Anche il sig Schiaparelli (1) seguendo la traccia di Bessel ha cercato di determinare analiticamente la direzione delle code, ed è arrivato alla conclusione che la forza di gravità non basta e che la ripulsiva è quella che prevalendo deve produrre le code. Il sig Faye credette che la forza repulsiva potesse spiegare anche l'accelerazione delle comete periodiche di Encke e quella che porta il suo nome trovatavi da Axel Moller, ed ha cercato di determinare il suo valore (*C R* loc. cit)

Questa è in breve la storia degli sforzi fatti finora per spiegare le code delle comete, dai quali si possono cavare due conclusioni importanti

1° Che il problema non può risolversi dietro fantastiche imaginazioni, ma è mestieri ridurlo a calcolo, ed è di soluzione più difficile che non si crede comunemente

2.° Che siamo condotti a vedere nello spazio planetario entrare in azione le forze di altro ordine che la semplice gravità, come venne già con tanta insistenza detto da Sir John Herschel fino dal 1835 (2)

Ora nella immensa varietà imaginabile di queste forze, non è facile il definire a qual ordine esse appartengano e qual sia la sorgente immediata

(1) Ef di Milano 1861
(2) Cape observat loc cit

di tali effetti A stabilirne meglio il carattere osserveremo, che esse non cominciano ad agire su le molecole se non quando la massa è già attenuata ad un grado di cui difficilmente possiamo formarci un' idea ma per ciò che spetta la loro natura nulla sappiamo Olbers si pronunziò per l'elettricità. Bessel pel magnetismo e per una forza polare Herschel per una forza qualunque moleculare La quistione adunque è insoluta, ed entra ormai più nel dominio della fisica che della astronomia Ma anche questa è lungi dall'avere compito ogn suo uffizio· poiche essendo le comete periodiche, imperfetti e lunghissimi i calcoli delle perturbazioni planetarie, non si può definire ancora se talune irregolarità del loro corso siano difetto del calcolo, o dovute a forze perturbatrici di ordine diverso dalla gravità E poi anche queste ipotesi spiegano come si stacchi la materia, ma poi non danno lume sufficiente a capire come le comete riescano a riassorbirla· anzi da molti per fino questo completo assorbimento è messo in dubbio

In tanta difficoltà del soggetto ci limiteremo a dire che l'esistenza negli spazi planetari di forze diverse dalla gravità non può sorprendere chi considera quante siano le forze che animano la materia, ma è necessario definire qualche cosa di più, onde evitare l'assurdo di ammettere il sole come centro insieme di forza repulsiva ed attrattiva, ed ecco quanto parmi avvertire

Primieramente non si può dire che queste forze repulsive si estendano a tutta la massa indistintamente colla stessa intensità, perchè ciò produrrebbe enormi perturbazioni nel corso della cometa e di

queste non vi è vestigio, nè può ammettersi che l'azione del sole sia composta di più termini di senso opposto dipendenti dalla distanza, perchè ciò metterebbe una totale confusione nella meccanica celeste. La forza ripulsiva si manifesta dunque soltanto sopra una minima parte della massa delle comete, cioè su quella che è ridotta fuori dell'azione del nucleo e ad uno stato estremo di divisione e tenuità, senza che per ciò essa cessi di gravitare nel sole È dunque piuttosto uno stato analogo ad un urto di breve durata e piuttosto comparabile ad una forza esplosiva, che non una vera ripulsione permanente, e ciò pare provato dal riconcentramento che poscia torna a farsi della materia attorno al nucleo almeno nella massima parte Dico nella massima parte perchè non è dimostrato che tutta ritorni ad esso, e la cometa Donati mostrava delle liste isolate tenuissime che parevano abbondonate nello spazio, e una simile mi ricordo averla veduta nella cometa nel 1843

In 2° luogo, che tali forze si possono manifestare nella materia attenuatissima, e non nella più densa, facilmente, si concepisce non solo per la molto minor inerzia della massa da muovere, ma anche perchè molte recenti scoperte lo persuadono Prima del 1845 non avea la scienza altre idee sulle forze repulsive che quelle dipendenti dalle forze molecolari, dall'elettricità e magnetismo, le quali difficilmente possono applicarsi alle comete, ma da quell'epoca in poi il sig Faraday trovò che i corpi non magnetici generalmente sono animati da un altra forza, che egli chiamò diamagnetismo, in virtù della quale essi sono respinti dai corpi magnetici a

grande distanza Mettendo fra i poli di una potente calamita temporaria una pallina di bismuto, di fosforo ed altre sostanze, esse sono efficacemente respinte mentre il ferro e la altre sostanze magnetiche ne sono attratte, e ciò anche nel vuoto L'ossigene è attratto, gli altri gas sono respinti ma anche quello è respinto se sia ad alta temperatura, e una fiamma posta tra i due poli è lanciata a distanza da una forte calamita e perfino spenta come da un soffio invisibile insigne scoperta del P Bancalari Queste forze agiscono a distanza sensibile e non solo mediante il contatto della materia pesante ora nulla di più probabile quanto il loro svolgersi nelle comete sia all'atto del riscaldamento che sentono, sia pel magnetismo di cui il sole sembra dotato, o anche prescindendo da questo, per qualche operazione elettrica che succeda nel nucleo stesso Questo infatti nell'avvicinarsi al sole soffre un riscaldamento immenso e quindi dilatazioni e disgregazioni che non possono a meno di sviluppare quelli che diciamo imponderabili, cioè luce, elettricità, magnetismo, e questi possono manifestarsi in modo anche più energico su la materia così rarefatta Così per esempio nelle belle esperienze di Gassiot, nel vuoto perfetto fatto coll'acido carbonico assorbito dalla potassa, la elettricità non passa, ma un debolissimo riscaldamento di questa le fa emettere materia sufficiente per darvi transito e riempir tutto il tubo di luce vivissima. È impossibile osservare questi splendidi fenomeni senza farne un parallelo colle code delle comete

Queste forze non distruggono la gravità, nè in vero senso la paralizzano, ma sono urti estrinseci

e il moto delle particelle si fa per una composizione di forze in cui la gravità non perde mai i suoi diritti Questi impulsi se vuolsi possono dirsi ripulsioni, ma giunti a certa distanza presto si indeboliscono, si esercitano su varie materie in modo diversissimo, e ciò spiega perchè appunto le teorie geometriche fondate su le ripulsioni trovino sì variabile il suo valore, e peccano probabilmente nell'assumere per la legge del loro loro decremento quella del quadrato delle distanze

Non vi è dunque veruno assurdo in ammettere tali forze, le quali non è impossibile che possano vincere la gravità solare, come tante forze moleculari qui da noi vincono momentaneamente la gravità terrestre, ed è noto che nella loro intensità relativa tutte le azioni di natura dell' imponderabile sono immensamente più energiche della gravità (1) Se tali forze poco si manifestano nei pianeti, nè arrivano a turbare la meccanica dei loro moti, ciò può dipendere 1° dalla intensità delle loro masse che tengono le parti riunite ed aggregate 2° Dall'esser le loro orbite poco eccentriche col sole, onde esse non sono soggette che a mediocri disequilibri 3° Dall'esser esse per lo più polari od antagoniste, onde non possono spostare il centro di gravità del sistema delle molecole tra cui si desta-

(1) Si calcola che per ottenere colla gravità il moto di un pendolino di sambuco quale si ottiene dal minimo strofinamento di un cannello di cera lacca, ci vorrebbe una montagna di parecchie miglia di diametro Lo stesso dicasi dell' azione specifica del magnetismo e anche del diamagnetismo come osserva Faraday (Ph trans 1846 *Research on el* XXVI *series*) V Plana mem, Ac Tor Tom VI ser II pag 194 d estr

no Per tale ragione Bessel ricorse a forze polari, perchè non vedeva spostarsi il centro di gravità del nucleo dalla reazione prodotta su di esso nella emissione della coda E considerando le forze piuttosto come urti estrinseci derivanti da tali azioni molecolari anzichè vere ripulsioni permanenti risiedenti nel sole, non si vede più tanta difficoltà a capire come l' azione combinata della cometa e del sole stesso possa raccogliere novellamente attorno al nucleo la materia slanciata fuori della sua sfera.

Tali sono le più plausibili congetture emesse in questa difficile materia, ma l' incertezza del soggetto ci prescrive una somma riservatezza nell'accettarne definitivamente veruna, perchè sembra un destino, che appena è stata formulata una ipotesi, la prima cometa che si presenta mostri fenomeni proprio fatti apposta per ismentirla. Raccogliamo adunque i fatti con precisione e sincerità: analizziamoli in un modo più accurato e completo che non si è fatto finora, e dal confronto di molti di essi potremo concludere sicuramente la verità.

Certo è un gran trionfo della scienza l'esser già pervenuta a fissare il corso di questi astri, stabilirne la natura, rilevarne il numero sterminato e le tante altre cose che si sono riconosciute in questi ultimi tempi. Nè è piccolo servigio reso da essa al genere umano l'averli spogliati degli antichi pregiudizi, e di averli da soggetto di terrore trasformati in soggetto di studio e d'innocenti ed utili speculazioni Mercè dei forti strumenti moderni si sono potute ridurre a certe leggi costanti le fasi de' loro sviluppi, e queste si sono manifestate dipendenti da forze connesse colla

costituzione più intima della materia, colla relazione che passa tra l'imponderabile e il ponderabile, infine colla natura stessa del principio che produce la gravità che se non possiamo spiegare tutte le particorità delle loro forme, abbiamo però assicurato che gli agenti messi in moto non sono punto forze aliene da quelle che oggidì riconosce la sana fisica in più altri fatti di ordine somigliante. Se la natura di questi agenti resta ancora coperta da un denso velo per noi, i nostri posteri forse potranno squarciarlo, ma intanto a noi incombe di preparar loro il successo con accurate osservazioni di fatti di ogni genere, e non più limitarci alle semplici posizioni astronomiche, perchè la ulteriore cognizione delle cause di questi fenomeni è divenuta adesso più retaggio della fisica che della semplice astronomia

APPENDICE

Soggiungiamo in questa appendice tutte le osservazioni originali trascritte fedelmente dal libro delle osservazioni, aggiungendovi que' pochi studi che non potevano trovar luogo conveniente nel corpo del discorso Queste particolarità sarà più accetto agli astronomi di vederle raccolte in un solo quadro, spogliate di altre riflessioni Non tutto si è potuto scrivere e naturalmente molte cose sono state inserite nel discorso dietro la semplice memoria

NOTE

ESTRATTE DAL GIORNALE DI OSSERVAZIONE

30 Giugno

Tm Rom 9^h 30^m Cometa colossale al N O ! Pare un fumo di girandola che va oltre la stella polare 10° Ma la testa sta per nascondersi nella nebbia, e dietro il pilastro della croce della chiesa di S Ignazio. Si prende in fretta la seguente posizione strumentale Tm 9^h 38^m A R = 6^h 37^m, declin N 45° 47′ senza correz di refraz La testa pare una fiamma sfumatissima, larghezza della coda almeno 6°, un poco curva e a fuso, lunghezza 56° Alle 11 ^{h} si vede nella completa oscurità arrivare presso ε e ζ dell'Aquila Alle 11^h 10^m passa col mezzo su la stella polare, e tocca quasi α della Lira cui lascia a destra e si prolunga fino dentro il ramo secondario della via lattea Essa è più tagliente dal lato di levante che dall'altro ove è più sfumata Fino alla polare é vivissima (figura n.° 1) e larga quanto la via lattea nel massimo

Tm 14 ^{h} (2 ore antim t civ.) Fatta la figura n° 3 Il nucleo è giallo, i razzi primi che ne escono sono rossastri, e l'altra nebbia è bianca Tutto intorno nebbia assai il nucleo pare una granata che bruci la sua forma è ovale Diametro maggiore = 10″ 05 Direzione dell'asse minore 68° l'asse mi-

nore e circa 2″ meno La distanza del nucleo alla punta estrema sinistra (della nebbia) è di mezzo campo = 6′ 30″ La nebbia generale si estende almeno ad altrettanto, ma e difficile vederne il limite Distanza dal nucleo alla estremita de' raggi ove s'incurvano (nella direz dell'asse della cometa) AB=1′55″1 (*si riferiscono queste misure alle linee i cui principii soltanto loro segnati nella figura*)

Distanza dell' inviluppo secondo l' asse del paraboloide AC=3′11″ (3 confr)

Si prende la posizione strumentale con 3 confronti rapporto alla Capra mancando stelle di catalogo che siano vicine da entrare comodamente nel campo Si corregge dalla diff di refrazione Tm $15^h 24^m$ Si fa il disegno fig 3 Il nucleo è giallo, il pennacchio decisamente rosato Si seguita a vedere col crescere del crepuscolo, ma si indebolita che non si potra vedere al meridiano ! Dopo le 6^h non si vede più

1 Luglio

A $8^h\ 30^m$ si vede come nella fig 9 pare un becco a gas Direzione del raggio estremo destro (apparente), 108° raggio sinistro 312°, paiono dritti

Confronto con una piccola stelletta vicina di 7ª (3 oss)

$$\Delta\alpha = -2^m\ 30^s 15 \qquad \Delta\delta = +5'\ 42''\ 31$$

a T sid $15^h 52^m 85^s$ La polarizzazione della luce è sensibile, ma potrebbe esser quella del crepuscolo Si aspetti più scuro

Fatto scuro si riesamina la polarizzazione Tm $9^h \frac{1}{2}$ si trova che e fortissima, tanto che può usarsi il polariscopio a bande per trovarne il piano La lista nera centrale è a un dipresso nel piano della coda ma si può avere con più precisione dirigendo i nonii del circolo di posizione secondo questa striscia, e si trova che stanno a 130° e a 310° Ma il nucleo è assai poco o per meglio dir niente polarizzato Si usa per ciò anche il polariscopio di Arago a 2 imagini colorate, il massimo di colorazione delle 2 imagini si ha nella direzione di 90° e 270° questo deve correggersi dell'errore dello zero di polarizzazione in questo strumento che si trovò distante di 30° circa, che portato nel circolo di posizione da-

rebbe 120° per la direzione del piano di polarizzazione il che combina quasi coll'altro strumento (Calcolando l'angolo di posizione del sole colla cometa si trova = 162°, cioè dista dal piano di polarizzazione di 32 ° Cio par troppo che vi si mescoli la polarizzazione dell'aria atmosferica per rifrazione? Però non credo tali misure precise dentro 5 o 6° perche l'apparato era provvisorio e non vi fu tempo di meglio disporvene un altro, ma non credo che l'errore arrivar possa a 10 °)

Nucleo stranamente diminuito anche ad occhio questa diminuzione è compensata da un allargamento del ventaglio

Diametro del nucleo = 3,″ 03 col 400 Il getto curvilineo cresce e si curva ad occhio alle $8\frac{1}{2}$ era appena visibile alle 10^h era molto prominente e ripiegato a forma di virgola allungata molto elegante Sarei tentato di credere il nucleo infiammato e splendente di luce propria non era niente ben terminato nè anche coll' ingr 200 come lo era questa mattina e pareva piuttosto allungato talora nel senso della coda A occhio nudo la coda tocca col lato sfumato β Orsa minore la punta và fino al Toretto, il lato sinistro del fiocco grande di tanto in tanto si vede assai largo e dilatato il pennacchio largo arriva fino ad α orsa maggiore ed è largo quanto αβ Si prolunga dal lato destro e non da presso il mezzo, come ieri sera la gran coda sembra in certi luoghi e in certi momenti accendersi e poi sparire sarà effetto dell'atmosfera? ma e chiarissimo! Col prisma birefringente una delle due imagini svanisce quando le due teste si portano sulla stessa linea prossimamente perpendicolare alla coda

Misure prese dal P Rosa a $10^{h\,1}|_4$

Diametro del nucleo	6 ″15

(Sarebbe più grande del mio, ma esso usò lo stesso ingr 200 di questa mattina e perciò è da preferirsi)

Lunghezza del getto sinistro curvo	40 ″15
Dist dal nucleo all'estremità del getto medio	44 67
Direzione al getto medio	55 °
Direz al getto sinistro a virgola (alla base)	92
Angolo intercetto	37
Direz al getto esterno sinistro app (alla estremità)	104 °
Direz del destro	350 °
Angolo intercetto	114

polariscopio a prisma birefr ad occhio nudo svanisce quasi affatto tutta la testa e porzione del primo pezzo della coda, quando la linea che congiunge i centri delle 2 teste e pressoche perpendicolare alla coda, ma il prisma non separa che poco, onde il resto delle due imagini si sovrappone Fu fatta una figura assai grande della coda con diligenza la testa sta sopra ο (micron) orsa maggiore e il ramo curvilineo della grande passa assai vicino a σ dragone colla convessità, ma non la tocca il pennacchio arriva fino κ e λ Dragone, ove si vede bene inflesso e separato dal raggio lungo, e queste due stelle stanno nell'angolo oscuro lasciato dalle due code Le lacinie del gran pennacchio quasi arrivano ad α Orsa maggiore, ove la coda e larga quando α dista da β Non vi è dubbio della curvatura a sinistra di questo fiocco Il raggio lungo si estende alla testa del Serpentario dritto quasi affatto ed anzi si giudico da principio concavo verso levante, ma tracciando la coda sul globo fra le sue stelle, si vide che era illusione, ed in realtà era ancor essa deviante e curva un poco a sinistra in cima Disponendo un globo celeste coll'orizzonte in modo che passasse pel luogo del sole e della cometa, si vide che la coda corta deviava dal circolo massimo suddetto 16° e la lunga non più di 5° La sua deviazione però era appena di 1° dal circ massimo presso α Lira Al parallelo di β e γ orsa minore il razzo lungo era largo meno della distanza di queste due stelle Si vedeva benissimo dal fondo del cortile del collegio il prolungamento del razzo lucido andare al nucleo in linea retta e trasparire attraverso l'altra coda, e colla sovrapposizione delle due code svaniva l' apparente tortuosita del getto lungo Osserv fatte a 11 ^{h} pom

(*Varii osservatori hanno assegnato una doppia curvatura alla coda lunga ciò potrebbe essere errore prodotto dalla sovrapposizione delle due curve, non fidandomi della mia sola vista ricorsi a varie altre persone e fra gli altri, al P Caretti, ed esso che è fornito di vista eccellente, avea già da sè fatta la stessa osservazione Poscia fu confermata coll'uso di un binoculo galileano di molta forza Sono anche troppe le irregolarità reali delle comete senza aggiungervene delle imaginarie nate della confusione delle loro parti Anche nel cannocchiale non tutti danno la stessa forma a queste sfumature, e ciò perchè per un certo istinto ognuno si forma a pri-*

ma vista l'idea di qualche oggetto materiale ordinario quindi non fa meraviglia la grande diversità ne' varii disegni fatti in luoghi diversi Tal varieta puo esser la base di alcune critiche insussistenti Così p e il sig Winnecke taccia assolutamente di falso il nostro disegno della cometa Donati nella fig del 16 settembre noi manteniamo l'esattezza di quel disegno, e la realta de' due getti e tutto al più vi può essere un poco di deficienza nella nebulosità intermedia circostante, per troppa tinta nera litografica ma siccome egli critica anche il disegno del giorno 12 il quale noi non abbiamo affatto, così non saprei che peso dare alle sue osservazioni Del resto in tanta varietà di fenomeni cometarii non è impossibile che qualche forma sfugga a più osservatori e sia colta da uno Ricorderò a modo di esempio i getti diretti verso il sole che io vidi a Parigi e che nessun' altro osservò e la lunga coda retta e sottile non fu essa veduta che da pochissimi? chi per ciò l'ha messa in dubbio?, eppure essa era visibile ad occhio nudo, e io non la vidi, ma vidi invece gli strascichi di coda lasciati a dietro che parevano affatto staccati, de' quali non è traccia nei disegni di Pulcowa ed ivi il foro nero della nebulosità tanto marcato, è ben lungi dall'esser rappresentato sì grande e sensibile come lo vidi nel refrattore di Berlino Ciò sia detto per non pretender che i disegni diano più che non possono dare)

Alle ore $15\frac{1}{2}$ ossia $3^h\frac{1}{2}$ T civile del 3 Il p Rosa nel crepuscolo mattutino gli parve vedere la chioma di mezzo rovesciata verso sinistra e l'alone della fig delle 10^h pareva svanito o malissimo terminato, e dalla parte destra vi era tenuissima nebulosita ridotta per la luce del crepuscolo alla forma della fig 13

Fu preso il confronto della com con una piccola stelletta, e poi osservata dal P Rosa al meridiano

La nebulosita della testa era nel grande refrattore maggiore del raggio del campo del num 2 che essendo di 13,′ essa si può valutare a 15 in 18′

La coda più lunga tracciata sull'emisfero dell'atlante di Bode avea il corso seguente alle $9^h\frac{1}{2}$ da presso o (micron) orsa maggiore sopra cui era la testa andava alla stella x, indi passava poco distante da λ e $\varkappa$, poscia sotto ξ orsa minore, e copriva τ della stessa costellazione passava

sopra θ dragone e andava sopra ρ e π di Ercole e poscia di la verso il Toro di Poniatowski fino alla via lattea (*La projezione stereografica non essendo opportuna, fu quindi trasportata sulla carta polare di Dien come nella tavola annessa*)

3 Luglio

Si prende la cometa per posizione e distanza con una stella assai bella che le sta vicinissima, e che col suo moto tende a passare dietro alla cometa

T cronom sid	Angolo di posizione,	Dist in riv della vite
$15^h 17^m 52^s$,4	180°43′	24 r 721
19 8 9	182 35	26 280
20 7 2	184 8	27 548
21 16 4	187 25	28 744
22 31 0	191 7	30 343
23 52 6	197 50	31 870
25 23 4	205 20	33 370
26 44 4	220 14	34 458
27 43 9	234 33	35 098
28 41 3	248 25	35 475
29 52 5	268 40	35 355
31 51 6	295 0	34 142
32 42 3	303 05	33 335

Coincidenza dei fili — 34 r 482
Direz del moto diurno — 92 ° 33′

(*Correz da applicarsi in senso opposto agli angoli misurati è* —2,°33′)

Errore del cron ° +1^m 2^s 8 And ° +2 s al giorno

Valore di una rivoluzione della vite — = 15″,458

(*Costruendo graficamente questi valori si vede che le deflessioni della stella dalla linea retta sono insensibili, e non maggiori degli errori possibili in tali osservazioni N B nella fig del* 3 *luglio n* ° 6 *la stelletta ivi messa nel raggio lucido non è quella di questa sera ma quella della sera seguente cioè del* 4, *la qual figura non si da, essendo poco diversa da quella del* 3)

La posizione della stella di questa sera è prossimamente

$$\alpha = 9^h\ 34^m\ 11^s \qquad \delta = 65^\circ\ 40'$$

restammo sorpresi di non trovare così bella stella in alcun catalogo, onde si teme che sia variabile, ma pare invece che la luce della cometa aumenti lo splendore delle stelle Sarebbe singolare!

La coda a occhio nudo va fino alla via lattea, ma presenta dal lato orientale di tanto in tanto dei getti che ieri sera non si vedevano, ma sono assai fuggitivi

4 Luglio

Nel crepuscolo si vede il nucleo cinto da suoi raggi, il sinistro è ben netto e curvo gli altri appaiono retti L'alone è spezzato nel mezzo e sembra diviso in due a destra e a sinistra Una stelletta di 9ª passa proprio dietro uno de' razzi più vivi del ventaglio e si vede benissimo, come una scintilletta elettrica v fig 6 Il nucleo è piccolissimo e la coda e ben distinta in due, senza la convessità a levante Se ne fece un disegno grande assai diligente Si vedono i filamenti della coda larga avere diversa direzione della lunga, la testa verso 10^h pom sta quasi all'altezza di α Orsa maggiore La coda larga è un poco oscura nel mezzo, e decisamente concava dal lato sinistro e non convessa la lunga passa sopra ι (iota) dragone, presso τ Ercole e sopra σ ed η del medesimo, e va fino ad α serpentario È lunga 90° e su di un globo si vede che essa devia all'estremità di circa 6° dal circolo che passa pel sole, ma presso ι dragone non si inflette al più che 2 ° La larga devia 17° ed è lunga 36 °

Misura del diametro del nucleo	3 ''270
Posizione del raggio medio	77 °5
Posizione del raggio destro	31 2
Pos del lato sin del getto centrale	93 °0
Pos della radice del raggio sinistro	148 3
» » della punta del medesimo	173 3
Lunghezza del getto sinistro	89 ''3 = 1' 29 ''3
Lunghezza del getto centrale	79 3 = 1 19 3
Larghezza del medesimo	78 '' circa

5 Luglio

La cometa comincia a perdere la sua forma, l'alone è assai svanito, il getto centrale si confonde con la nebulosità dell'alone, e a sinistra si vede bene ripiegare indietro la nebbia che circonda il razzo — Più tardi si vede vicina alla cometa una stella che prima non si era veduta, e si sospetta che essa sia stata occultata da essa

6 Luglio

La nebulosità si estende ad un campo intero (13′ 30″) al di là del nucleo, l'alone generale è molto diluito, ma sussiste (11^h 10^m) La coda è diminuita la lunga non arriva che alle 2 prime del trapezio di Ercole, ma la serata è un un poco nebbiosa a $11^h\frac{1}{2}$ si esaminò la polarizzazione della luce e si trovò che essa era forte, anche nel nucleo Dubitando che il cannocchiale potesse polarizzare, si è guardato il giorno precedente un muro bianco col polariscopio applicato ad esso refrattore e *non si è veduto* traccia di polarizzazione benchè le tinte siano sensibilissime La fiamma di un becco a gas distante quasi due mila metri, è senza polarizzazione, ma la sua vicina immagine riflessa da una invetriata lo è fortissimamente, dunque ciò che si vede della cometa non è illusione del cannocchiale

La coda corta è la metà circa della lunga e sono ben separate Prima la lunga era 4 volte circa la corta

7 Luglio

Sole osservazioni astronomiche

8 Luglio

Molto indebolita I getti sussistono ma assai fiacchi svanita ogni separazione tra la nebbia de' getti e l'alone circondante

Direzione del getto destro	41 °
. centrale	96 °
sinistro	186
Lunghezza de' raggi centrali	33 ″6
Misura appross del nucleo (presa coll'ingr 400)	2 ″83

La cometa é passata sul paralello della stella di confronto a 17ʰ 7ᵐ ts La forma della coda si vede assai bene con un binoculo galileano e si vede decisamente la struttura del razzo lucido indipendente dalla coda larga La luce del nucleo è sempre più polarizzata e oggi più di jeri

9 Luglio

La coda col ramo luogo va fino a σ Ercole l'altra è lunga la meta sono curve ambedue il raggio lungo trasparisce dietro il resto solita osservazione col binoculo *(Si calcola la lunghezza della coda in ipotesi della sola variazione della distanza e si trova trova che l'osservata è assai più corta, dunque è realmente diminuita)*

11 Luglio

Piccolo ventaglio attorno al nucleo più vivo e prominente in direzione 125 °

Posiz del raggio destro	98 °5
medio	116 5
sinistro	173 0
Lunghezza del raggio medio del ventaglio	83 ″2
Diametro dalla punta destra alla sinistra del medesimo	140 ″

Il diametro del nucleo non supera il diametro de' fili, cioè 0″ 5 l'inviluppo nebuloso è di 8′ di raggio

Raccogliendo tutte le misure degli angoli di posizione, abbiamo il seguente quadro, dal quale si rileva un moto oscillatorio nei raggi analogo a quello veduto da Bessel nella cometa di Halley

Giorno ed ora d'osser Luglio	Angolo di posizione del Sole alla Cometa $=n$	Supplemento di n $=m$	Angolo di pos del getto centrale $=c$	Differenza $m-c$	Angolo di pos del getto sinistro $=s$	differenza $m-s$	Angolo di pos del getto destro $=d$	differenza $d-m$	Pos dello spazio oscuro $=o$	diff $o-n$
1 ^{s}10^{h}	162.° 11′	17 ° 49′	43 ° (*a*)	— 25°	102 °	84 °	348°	328 °	208 ° (*b*)	+ 46
2 11^{h}	144 12	35 48	52	— 17	131	96	345	307	196	+ 52
4. 10½	110 15	69 45	77	— 8	171	102	391	319		
8 10^{h}	78 35	101 25	96	+ 5	186	85	403	300		
10 10^{h}	70 25	109 35	116 (*c*)	— 7	173	64.	458, 5	348		

(*a*) Quest'angolo e stato concluso sui disegni dalle misure prese per l'intervallo vicino che separava questo getto dal getto *s*

(*b*) Dedotta dal medio dei due raggetti

(*c*) Le ultime misure sono meno precise per la sfumatura de' raggi

13 Luglio

La cometa è piccolina ad occhio nudo la coda e appena 3° col binoculo va fino a 6° il nucleo coll' ingr 600 e un puntino con un pennacchietto' e pare una stellina La coda pero è biforcata con un ramo lungo il doppio dell'altro.

17 Luglio

La nebulosità si e ridotta a due getti la linea che li divide ha la posizione 116°, e nell' ingr 400 non resta visibile che una nebulosità di 30 ″ Il nucleo non ha diametro sensibilile, la nebulosita principale e un pennacchio curvo inclinato di 104 ° L' inviluppo esterno segue la forma del pennacchietto centrale, ma è infinitamente meno denso

22 Luglio

Per dare una idea di quello a che è ridotta la testa della cometa v fig 12 la nebulosità nel cercatore e 8 ′ ma molto languida Il nucleo però è vivo

23 Luglio

Siccome è importante conoscere la direzione della coda ora specialmente che si allontana, così si fecero alcune osservazioni a questo proposito nelle sere seguenti, per determinare la sua direzione

Differenza di asc retta tra la testa della cometa è una stelletta che sta presso la punta della coda	$14^m 14^s 6$
Differenza di declinazione	20′ 44 ″

24 Luglio

La nebulosita è un poco meno di 13′ ed impiega 25ˢ ad entrare nel campo del cannocchiale la parte più lucida non e simmetrica, ma ha un settore il cui mezzo è diretto a 300° ma e così sfumata che é impossibile misurarla Il nucleo pero è lucido assai, e si vede come una stella di 4 ª

26 Luglio

La cometa si vede bene come un puntino fornito del suo pennacchietto ben definito aria buona L' involto della parte

anteriore è assai sfumato, e occupa 4′ circa Nel cercatore nautico la coda è 3 ° ed ha quasi la forma che avea il giorno 1 luglio ma solo in miniatura, cioé un razzo lungo e una coda più corta i quali talora paiono divisi La testa sta avvolta nella nebulosita ed è assai più larga della coda stessa all'origine Col 1000 ingr si vede benissimo la direzione del raggetto posizione = 291 ° esso è fatto a virgola, il diametro è un filo scarso

29 Luglio

La testa è assai viva il nucleo è brillante, e si vedono i suoi raggetti dall' entrare della nebbia all'entrare del nucleo, corrono 28 ″ La coda all'uscire dalla nebulosita è assai più stretta della testa

30 Luglio

Per giudicare meglio l'angolo di posizione della coda, si mise un circoletto di posizione auche al cercatore, il cui campo e due gradi e da 3 osservazioni, si ebbe pel lato più vivo della medesima, la posizione 70 °56′ (tre confr) La calcolata è 71 °35′ la differenza è insensibile, quindi adesso non devia

Colle nostre osservazioni dei giorni 1, 4 e 7 luglio si trovarono i seguenti primi elementi parabolici

Pass° al periel giugno 11, 3175 Tm Greenw

$$\varpi = 248^\circ\ 29'\ 11''$$

$$\Omega = 278\ \ 58\ \ 41$$

$$i = \ \ 85\ \ 52\ \ 56$$

$$\log q = 9\ 91193$$

M° diretto

Il perielio è un poco incerto per la natura stessa de' termini da cui dipende, e bisogna aspettare osservazioni più distanti

Le osservazioni dette strumentali nel quadro quì appresso sono concluse dalla lettura dell' equatoriale con 3 confronti almeno con una stella grande vicina, e sono assai concordi e corrette degli errori dello strumento e della refrazione

OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE

1861	T M di Roma	Δα app com	Δδ app com	AR.app. com	D. app com.	
Giugno 30	$15^h 35^m 59^s$			$6^h 46^m 48^s$ 7	+ 48° 7′ 29″ 1	pos strum
Luglio 1	12 50 52 76			7 30 56 11	+ 56 8 47 6	merid inf
2	13 53 14 6			8 37 20 62	+ 62 48 47 6	merid inf.
4	10 55 25 7	. . . .	. . . .	10 48 26 52	+ 66 54 10 5	strumentale
5	8 49 41 3			11 39 49 27	+ 66 27 14 9	id
6	11 25 34 3			12 26 03 87	+ 65 4 13 1	id
	Tm. Greenw					Oss P Rosa
7	9 4 29 72	(a) + $9^m 24^s 74$	(a) — 5′ 27″ 74	12 54 25 97	63 39 7 76	(5)
8	8 6 44 79	(b) + 0 49 10	(b) + 4 5 47	13 16 9 08	62 11 48 32	(7)
9	9 3 21 87	(c) + 10 27 75	(c) + 3 13 93	13 33 51 06	60 43 5 91	(6)
10	9 9 53 18	(d) + 1 20 74	(d) + 11 6 30	13 47 4 13	59 24 50 86	(7)
13	9 15 49 34	(e) — 0 19 33	(e) + 9 52 73	14 12 55 61	56 14 1 27	(6) Pos e Dist
14	9 17 56 42	(f) + 4 3 32	(f) — 3 41 89	14 18 24 85	55 26 36 36	(6)
15	9 53 56 81	(g) — 10 26 26	(g) + 2 40 83	14 23 26 26	54 40 16 06	(6)
16	9 47 45 43	(h) — 7 22 16	(h) — 2 52 64	14 27 38 42	53 59 34 77	(8)
17	9 7 19 95	(i) + 2 14 41	(i) — 7 19 60	14 31 13 82	53 23 18 83	(7)
18	9 27 6 12	(k) — 1 53 16	(k) — 2 3 35	14 34 39 75	52 48 3 83	(8)
19	9 13 24 86	(l) + 3 59 31	(l) + 7 5 10	14 37 24 90	52 17 56 00	(8)
21	9 32 7. 9	(m) + 0 5 81	(m) — 1 1 20	. ..	..	(3) P D
22	8 50 19 6	(n) + 2 37 88	(n) — 0 32 56	14 44 32 49	50 58 12 56	(7)
24	9 9 50 8	(o) — 3 23 56	(o) + 1 26 44	14 48 25 48	50 13 23 64	(7)
27	9 51 41 2	(p) + 8 21 41	(p) — 2 2 23	14 53 21 26	49 15 36 55	(8)
28	9 9 57 8	(q) + 2 17 36	(q) + 2 2 54	14 54 47 20	48 59 7 70	(5)
29	9 19 16 9	(r) — 4 40 84	(r) + 1 23 42	14 56 11 10	48 42 49 60	(7)
31	9 4 12 0	(t) — 0 17 46	(t) + 1 6 46	14 58 58 03	+ 48 12 58 07	(4) P D

STELLE DI CONFRONTO

Data		Autorità		AR media 1861 0	Decl media 1861 0
7 Luglio	(a)	Oxford Observ. Tom IX, XI X,		$12^h 44^m 59^s 04$	63 44 33 81
8	(b)	Oelzen	13563	13 15 17 69	62 7 41 2
9	(c)	Armagh Obser	2882	13 23 20. 97	60 39 50. 03
10	(d)	Armagh	2958	13 45 40 98	59 13 42 67
13	(e)	Armagh	3047	14 13 12. 48	56 4 6 31
14	(f)	Armagh 3048 e Oxford I al VI		14 14 19 10	55 30 16 02
15	(g)	Armagh	3094	14 33 50 70	54 37 32 66
16	(h)	Lalande's H C 26810 e Rumker		14 34 58 04	54 2 24. 84
17	(i)	Armagh	3087	14 28 56 97	53 30 36 02
18	(h)	Armagh	3103	14 36 30 46	52 50 4 60
19	(l)	Armagh	3091	14 33 23. 23	51 10 48. 35
21	(m)	Posizione strumentale		14 42	51 23
22	(n)	Oelzen	14851	14 41 52. 22	50 58 42 8
24	(o)	XII y. Cat	1208	14 51 46. 64	50 11 54 23
27	(p)	XII y Cat	1197	14 44 57 54	49 17 36. 06
28	(q)	Oelzen	14988	14 52 9. 00	48 56 57. 2
29	(r)	XII y Cat	1222	15 0 49 61	48 41 22. 85
31	(t)	XII y Cat	1221	14 59 13. 20	48 11 48 03